

京都大学白眉プロジェクト  
2021年度  
活動報告書

## ご挨拶

白眉センターの『2021 年度活動報告書』をお届けします。2009（平成 21）年 9 月に次世代研究者育成センターとして設立された白眉センターは、今年度は第 12 期の白眉研究者としてグローバル型白眉研究者 14 名を採用し、部局連携型（文部科学省の卓越研究員）2 名を受け入れました。

白眉プロジェクトは 2016（平成 28）年度からの文部科学省による全学的な卓越研究員制度の開始に伴い、10 名分の卓越研究員採用枠を部局連携型白眉として採用し、一方で従来の京都大学白眉プロジェクトに基づくグローバル型研究者を 10 名程度公募採用することにしてきましたが、本年 2022 年に京都大学が 125 周年を迎えるにあたり、若手研究者支援事業をより一層充実させることを目指し、白眉プロジェクトのグローバル型研究者の採用枠を拡大しました。その結果、2021 年度にはグローバル型白眉研究者として 14 名を迎えることができました。

こうしてこれまで採用された白眉研究者の総数は、本年 5 月で 197 名（グローバル型 177 名、部局連携型 20 名）となります。一方、2021 年度は、3 月末までに、任期を満了し、あるいは途中で他機関へ転出した研究者は 8 名おり、これによってこれまでに白眉プロジェクトを卒業した研究者の総計は、141 名（グローバル型）となります。本年 5 月からは、総勢 56 名（グローバル型 45 名、部局連携型 11 名）の白眉研究者が、それぞれの分野でユニークな研究を展開します。

白眉プロジェクトの特色は、多種多様な専門分野の若手研究者たちが集まり、日頃の知的交流を通じて切磋琢磨し、世界の未来を見据えて自分たちの研究を展開することにあります。5 年間という比較的長い任期を設け、一定の研究費を保証することで、研究に没頭できる時間を若手研究者に与えるということも特徴です。白眉研究者の誰もが、既存の専門領域を軽々と飛び越えて、新しい学問世界の創造発展に力を発揮してくれることを願っています。

皆様ご承知のように、2020 年の年が明けた頃から、新型コロナウイルス感染の世界的拡大という思ってもみなかった事態が進展し、今に至るまでの二年間は、海外の研究機関での調査研究もほとんどできず、フィールド調査にも出られず、国際的な共同研究にも支障がでるという困難な状況の中に白眉研究者はおかれまして。白眉研究者たちがこれまで定期的に行ってきた白眉セミナーや、白眉の日、さらに恒例の白眉合宿、年次報告会も、すべてリモートで行うことを余儀なくされました。

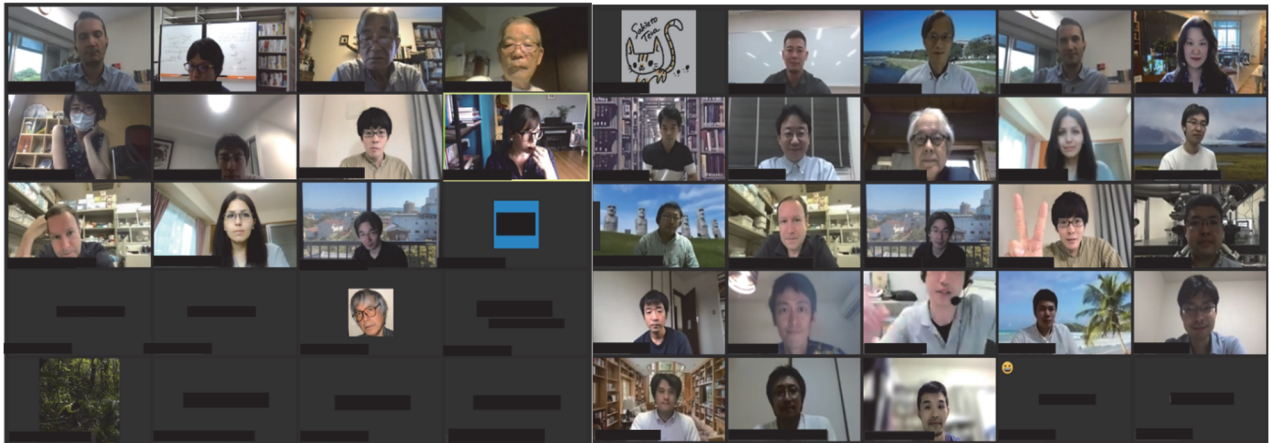
そんな中でも、白眉研究者たちの研究に対する熱意も好奇心も全く衰えることなく、リモート会議への参加者の数は以前より多いくらいです。しかし、これまでの白眉プロジェクトの誇るべき特徴であった、異種格闘技的異分野交流のリアルはすっかり失われてしまいました。これは、白眉プロジェクトの伝統から見れば、極めて残念なことと言わなければなりません。しかし、そうした状況も、今春からはどうやら改善の方向が見え始めています。もっとも、少しは明るい兆しが見え始めたかと思ったそのときに、ロシアによるウクライナ侵攻という全く驚天動地の事態が進行して、眼の前に広がる光景に暗鬱たる思いを禁じ得ません。この先、世界がどのように変化していくのか、目下のところ全く見えませんが、未来への希望はもちたいと思います。

白眉プロジェクトは、現在、京都大学における次世代研究者を支援する事業としてより一層充実したものとなるために見直しを行っています。特に、有望な若手研究者の支援に力を入れるとともに、京都大学における優れた女性研究者を増やすのに役に立ちたいと考えています。そうした新しいプロジェクトを実施する上でも、京都大学の全部局、すべての皆様からのご支援が必要です。これまで白眉プロジェクトが順調に発展してきたのは、京都大学の皆様のご理解とご協力のおかげです。この場をかりて、これまでのご支援に厚くお礼を申し上げますとともに、今後とも白眉プロジェクトに対して益々のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

2022 年 6 月 1 日  
京都大学白眉センター  
センター長 赤松明彦



## 白眉の日 2021 (2021 年 8 月 21 日)



## 第 12 期研究合宿 (2021 年 12 月 12 日)



## 白眉プロジェクト年次報告会 (2022 年 4 月 15 日)



# 白眉センター刊行物



## 白眉センターだより 19号



## 2021年度白眉要覧

# 目 次

ご挨拶

## I. 白眉センターの設置と組織構成

1. 設置の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 白眉センターの組織とプロジェクトの実施体制・・・・・・・・ 1

## II. 白眉プロジェクトの実施

1. 2021 年度の実施概要・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
2. 第 12 期の公募について・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
3. 白眉研究者の受入れと受入先・・・・・・・・・・・・ 11
4. 第 13 期の公募について・・・・・・・・・・・・・・ 13
5. プロジェクト運営の概要・・・・・・・・・・・・・・ 15

## III. 白眉セミナーと白眉研究者の研究活動

1. 白眉セミナー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
2. 白眉研究者の活動・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35

## IV. 2021 年度白眉研究者の活動実績・・・・・・・・ 37

## V. 参考資料

- 【資料 1】 京都大学白眉センター規程・・・・・・・・ 119
- 【資料 2】 白眉研究者活動報告書様式（和英併記）・・・・ 121



## I. 白眉センターの設置と組織構成

### 1. 設置の目的

大学の学術研究は、研究者の自由な発想、好奇心、探求心という創造的な知的活動を基盤に展開されている。したがって、多様な分野にわたるチャレンジングで創造性に富んだ人材を確保することが、各大学にとって基盤を支えるうえで最も重要な課題となっている。

教育研究の分野でグローバル化が急速に進展する昨今、学問の新たな潮流を拓くことができる広い視野と柔軟な発想を持つ創造性豊かな人材を育成することは京都大学にとっても重要な課題であることは言うまでもない。この課題に取り組むことを目標に構想されたのが京都大学次世代研究者育成支援事業「白眉プロジェクト」である。とはいえ、このプロジェクトを通じて、京都大学のための人材確保を目指そうとしているわけではない。わが国を代表する総合大学の一つとして、次代を担う研究者に研究に専念できる環境を提供することによって、それぞれの専門分野をリードして世界を舞台に活躍する研究者が京都大学から巣立ってほしい、そういう期待を込めて始まったのが白眉プロジェクトである。

白眉プロジェクトでは、基礎から応用にわたる、人文学、社会科学、自然科学の全ての分野を対象に白眉研究者を国際公募し、毎年 20 名程度の教員を京都大学の特定教員（准教授または助教）として採用している。その円滑な運営と、採用された白眉研究者の研究活動を支援する組織として設置されたのが次世代研究者育成センターである。その後、2012 年 4 月 1 日に白眉センターと改称され、現在に至っている。

### 2. 白眉センターの組織とプロジェクトの実施体制

白眉センターは、白眉プロジェクトの運営・実施を担う組織として、全学各部局の協力を得て研究推進課の事務運営のもとに学内組織として設置されている。センターの重要事項は、全学の理事・部局長・教員から選出された委員によって構成される運営委員会で審議され、それに基づいてセンターが運営されている。事務全般は研究推進部研究推進課（白眉センター）が担当し、センター長ならびにプログラムマネージャー（以下、PM と記す。）により日常の運営が行われている。2021 度の白眉センター運営委員会委員ならびにセンター・スタッフは、以下の通りである。

#### （1）2021 年度運営委員会委員

##### 【2021 年 4 月 1 日～】

赤松明彦（白眉センター長／PM（兼任））・平井明成（総務・労務・人事・危機管理・施設担当理事）・村上章（財務・入試担当理事）・稲垣恭子（男女共同参画・国際・広報・渉外（基金・同窓会）担当理事）・時任宣博（研究・評価・産官学連携担当理事）・塩見淳（法学研究科長）・依田高典（経済学研究科長）・國府寛司（理学研究科長）・岩井一宏（医学研究科長）・榎木哲夫（工学研究科長）・小島泰雄（人間・環境学研究科長）・福澤秀哉（生命科学研究科長）・塩谷雅人（生存圏研究所長）・

湯本貴和（霊長類研究所長）・河合俊雄（こころの未来研究センター長）・田上雄一郎（財務部長）・富田大志（施設部長）・浦嶋真次（研究推進部長）

## （２）白眉センターの組織とスタッフ

学内教員からなる専門委員会による書類審査（第一次審査）、学内外の有識者で構成する伯楽会議による面接審査（第二次審査）ならびに運営委員会による審査（第三次審査）を経て採用された白眉研究者は、京都大学特定教員（准教授または助教）として採用され、各研究者の専門領域に応じて受入部局（研究科、研究所、研究センター等）で５年間研究に従事することになる。受入部局ならびに受入研究室（研究者）との連携など、白眉研究者の研究活動が円滑に実施できるよう支援するのも白眉センターの重要な役割となる。以上の組織構成ならびに実施体制の概略を示したのが図 I-1 である。

図 I-1 に示すように、白眉センターの運営に関わる主要な業務は、伯楽会議と専門委員会を通じて実施する公募・選考に関わる事務処理、受入部局に分散する白眉研究者の日常的な支援と研究交流・推進のための支援業務、センターの運営全般に関わる管理業務からなっている。2021 年度は以下のスタッフにより業務が遂行された。

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| センター長／PM（兼任） | 赤松 明彦（特任教授・名誉教授）        |
| 顧問           | 光山 正雄（名誉教授）             |
| PM（兼任）       | 生田 宏一（ウイルス・再生医科学研究所 教授） |
| 同（兼任）        | 船曳 康子（人間・環境学研究科 教授）     |
| 同（兼任）        | 小野澤 透（文学研究科 教授）         |
| 特定職員         | 河合 美佳（研究推進部研究推進課）       |
| 同            | 加藤 康子（研究推進部研究推進課）       |
| 派遣職員         | 木村 尚代（白眉センター）           |
| 同            | 西村 千春（白眉センター）           |
| 同            | 人見 百合子（白眉センター）          |
| 同            | 藤原 香織（白眉センター）           |
| 同            | 増田 文子（白眉センター）           |
| 同            | 横山 志都子（白眉センター）          |

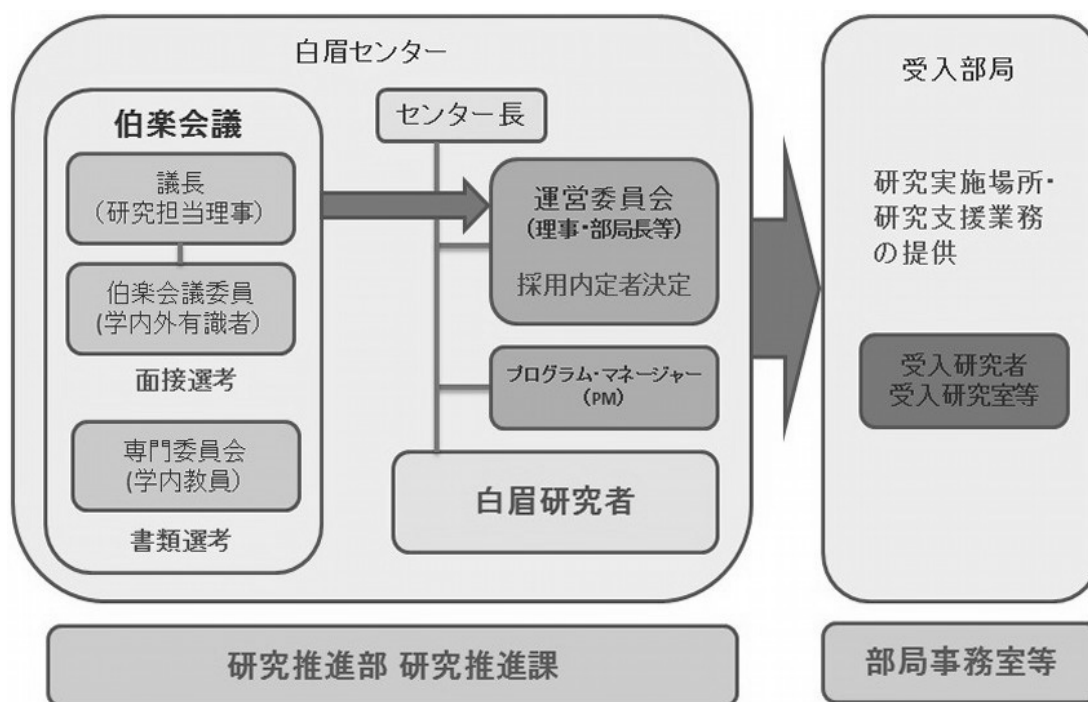


図 I - 1 白眉センターの組織と実施体制

## Ⅱ. 白眉プロジェクトの実施

### 1. 2021 年度の実施概要

2021 年度に実施した公募・選考過程を経て、2021 年 10 月 1 日に 11 名、2022 年 4 月 1 日に 3 名、併せて 14 名の第 12 期白眉研究者【グローバル型】が着任した。

白眉研究者着任前後の白眉センターの主要な業務は、受入部局との連絡調整である。すでに申請段階で候補者のほとんどが受入部局や研究室あるいは教員を指定して事前の承諾を得ていたため、該当する教員への意向確認と部局事務担当者や部局長との受入れに関わる手順等の調整を着任前に行った。また、受入れ後は、個々の白眉研究者の受入先を訪問し、受入体制の確認や受入研究者への面接等により受入れに係る問題点の把握を行った。

白眉研究者の日常的な活動は受入部局の事務室によって支援されている。部局が行う支援業務は、『白眉プロジェクトに係る事務処理について』に基づいて行われている。白眉センターとして行う白眉研究者の支援業務は多岐にわたるが、2021 年度の活動も前年度を踏襲し、主に以下のような業務が中心となった。

- ① 白眉研究者の公募・審査ならびに採用者の受入れに関する部局との調整
- ② 研究費の使用や研究スペースの確保、研究費獲得のためのアドバイス、海外渡航のアドバイスなど、白眉研究者の研究実施に関わる事項についての個別相談
- ③ 白眉研究者全体の相互交流の推進
- ④ 白眉プロジェクトの活動を円滑に推進するための仕組みづくり
- ⑤ 本部事務担当者とのプロジェクト推進に関する協議と折衝

上記③については、毎月 2 回、白眉セミナーを開催するとともに、オンライン研究会などを開催した。上記④についての詳細は後述するが、第 8 期から第 12 期の白眉研究者個々人の役割分担を具体的に定め、研究者間の協働体制の促進を図った（各WGの活動は、「Ⅲ. 白眉セミナーと白眉研究者の研究活動」参照）。

### 2. 第 12 期の公募について

【グローバル型】は 2020 年度内に公募を開始し、2021 年 7 月 6 日から 7 月 9 日開催の運営委員会内で内定者 15 名を決定した。【部局連携型】は 2021 年度内に公募を開始し、2 名を採用した。採用スケジュールを表Ⅱ-1 に示した。

表Ⅱ-1 第 12 期の公募と選考スケジュール

#### 【グローバル型】

|                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| 2020 年 12 月 16 日                    | 公募開始     |
| 2020 年 12 月 23 日<br>～2021 年 2 月 4 日 | 公募説明動画公開 |

|                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2021 年 2 月 4 日                        | 公募締切                               |
| 2021 年 3 月 8 日<br>～ 4 月 30 日          | 第一次審査（専門委員会）<br>専門委員会による書類審査・合議審査  |
| 2021 年 6 月 27 日                       | 第二次審査（伯楽会議）<br>伯楽会議による面接審査         |
| 2021 年 7 月 6 日<br>～ 7 月 9 日<br>※メール審議 | 第三次審査（運営委員会）<br>運営委員会による審議・採用内定者決定 |
| 2021 年 8 月 5 日                        | 内定者発表                              |

#### 【部局連携型】

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| 2021 年 4 月 30 日<br>～12 月 13 日 | 研究機関 ポスト提示期間            |
| 2021 年 5 月下旬                  | 2021 年度卓越研究員事業 ポスト一覧化公開 |
| 2021 年 5 月 10 日<br>～ 6 月 10 日 | 研究者 申請期間                |
| ポスト公開後～                       | 当事者間交渉                  |
| 2021 年 9 月                    | 候補者選考に係る審査              |
| 2021 年 10 月                   | 申請者への採否通知               |
| 2021 年 10 月                   | 審査結果に基づく卓越研究員の決定        |
| 2021 年 10 月以降                 | 卓越研究員としての研究活動開始         |

#### （１）【グローバル型】応募状況について

今回の募集に対して 303 人の応募があった。採用内定者は 15 人で、競争倍率は 20.2 であった。中段の表は、応募者並びに採用内定者について、文理比、応募元（学内外、国内外）比、希望職種比を集計したものである。最下段の表は、内定者のうち、希望職種ごとの年齢の平均である。以上の結果をまとめて、表Ⅱ－２に示した。

表Ⅱ－２ 第 12 期【グローバル型】の白眉プロジェクト応募者および内定者

| 応募者数  | 内定者数 | 倍率     |
|-------|------|--------|
| 303 名 | 15 名 | 20.2 倍 |

|           | 応募者数        | 比率          | 内定者数     | 比率          |
|-----------|-------------|-------------|----------|-------------|
| 文系・理系比率   | 111 名：192 名 | 36.6%：63.4% | 5 名：10 名 | 33.3%：66.7% |
| 学内・学外比率   | 92 名：211 名  | 30.4%：69.6% | 6 名：9 名  | 40.0%：60.0% |
| 国内・国外比率   | 226 名：77 名  | 74.6%：25.4% | 13 名：2 名 | 86.7%：13.3% |
| 准教授・助教比率  | 127 名：176 名 | 41.9%：58.1% | 8 名：7 名  | 53.3%：46.7% |
| 平均年齢（准教授） | 40.9 歳      | —           | 38.4 歳   | —           |
| （助教）      | 35.1 歳      | —           | 33.1 歳   | —           |

## （２）【グローバル型】選考について

候補者の選考は、伯楽会議のもとに設置される専門委員会によって行われる一次審査、つぎに、伯楽会議委員の面接による二次審査を実施した。伯楽会議による面接審査で絞り込まれた最終候補者が、白眉センター運営委員会の審議（第三次審査）を経て、内定者として選定された。

なお、上述の第二次審査（伯楽会議）は、候補者の研究面だけでなく次世代のリーダーとしての資質等を総合的に判断して最終的な採用候補者を選出する重要な判断を下すことになるので、学外有識者を含めた開かれた委員構成をとっている。伯楽会議委員は、白眉センター長（１号委員）、総長が指名する理事（２号委員）、学外有識者（３号委員）、本学専任教員（４号委員）およびセンター長が必要と認める者（５号委員）からなり、2021 年度の伯楽会議委員は、表Ⅱ－３に示したとおり 31 名で構成した。

伯楽会議は、2021 年 6 月 27 日、京都大学本部棟にて開催した。伯楽会議委員は候補者を面接し、研究面と併せてさまざまな角度からの質疑と応答を通して候補者の適性を審査した。以上の審査を経て、2021 年度採用となる【グローバル型】第 12 期白眉研究者の候補者 15 名を選出し、7 月 6 日から 7 月 9 日開催の運営委員会で内定者 15 名を決定した。

表Ⅱ－３ 京都大学白眉センター伯楽会議委員（2021 年 5 月）

| 区分  | 氏 名     | 所 属                               |
|-----|---------|-----------------------------------|
| 1 号 | 赤松 明彦   | 京都大学白眉センター長                       |
| 2 号 | 村上 章    | 京都大学理事（財務・入試担当）                   |
|     | 稲垣 恭子   | 京都大学理事（男女共同参画・国際・広報・渉外(基金・同窓会)担当） |
|     | 時任 宣博   | 京都大学理事（研究・評価・産官学連携担当）             |
| 3 号 | 松井 孝典   | 千葉工業大学学長                          |
|     | 長谷川 眞理子 | 総合研究大学院大学学長                       |

|     |                    |                                                            |
|-----|--------------------|------------------------------------------------------------|
|     | 横山 俊夫              | 静岡文化芸術大学学長<br>京都大学名誉教授                                     |
|     | 小長谷 有紀             | 独立行政法人日本学術振興会監事<br>国立民族学博物館人類文明誌研究部客員教授                    |
|     | 光山 正雄              | 京都大学名誉教授<br>京都大学白眉センター顧問<br>日本医療研究開発機構 (AMED) 基盤創生事業課題評価委員 |
|     | 安藤 慶明              | 国立研究開発法人防災科学技術研究所理事                                        |
|     | 中西 友子              | 星薬科大学学長<br>東京大学名誉教授・特任教授<br>内閣府原子力委員会委員                    |
|     | Christophe MARQUET | フランス国立極東学院学院長                                              |
|     | 田中 耕司              | 京都大学名誉教授                                                   |
|     | 西村 いく子             | 京都大学名誉教授<br>甲南大学名誉教授                                       |
|     | 松下 裕秀              | 公益財団法人豊田理化学研究所フェロー                                         |
|     | 樋口 知之              | 中央大学<br>AI・データサイエンスセンター所長<br>理工学部ビジネスデータサイエンス学科教授          |
| 4 号 | 依田 高典              | 京都大学経済学研究科長                                                |
|     | 國府 寛司              | 京都大学理学研究科長                                                 |
|     | 岩井 一宏              | 京都大学医学研究科長                                                 |
|     | 小島 泰雄              | 京都大学人間・環境学研究科長                                             |
|     | 福澤 秀哉              | 京都大学生命科学研究科長                                               |
|     | 稲葉 穰               | 京都大学人文科学研究所長                                               |
|     | 小柳 義夫              | 京都大学ウイルス・再生医科学研究所長                                         |
|     | 中北 英一              | 京都大学防災研究所長                                                 |
|     | 西山 慶彦              | 京都大学経済研究所長                                                 |
|     | 上杉 志成              | 京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当）<br>化学研究所教授                          |

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| 竹本 佳司 | 京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当）<br>薬学研究科教授  |
| 田中 勝久 | 京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当）<br>工学研究科教授  |
| 佐治 英郎 | 研究戦略タスクフォースプログラムディレクター<br>学術研究支援室長 |
| 北川 宏  | 研究戦略タスクフォースプログラムオフィサー<br>理学研究科教授   |
| 土居 雅夫 | 研究戦略タスクフォースプログラムオフィサー<br>薬学研究科教授   |

### （３）第 12 期の公募での採用

第 12 期白眉研究者【グローバル型】は 14 名の採用となった。うち、11 名の採用者に対して、2021 年 10 月 1 日に辞令交付式、10 月 4 日にオリエンテーションを執り行い、10 月 13 日に研究計画発表会を催した。

【部局連携型】の採用者 2 名と併せた第 12 期白眉研究者の詳細は表Ⅱ－４のとおりである。

表Ⅱ－４ 第 12 期白眉研究者

| 氏名      | 研究課題名                                     | 採用<br>職<br>種 | 文<br>/<br>理 | 前所属・職                                 |
|---------|-------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------------|
| ● 青柳 亮太 | 樹木群集組成の超広域時<br>系列情報を用いた植生レ<br>ジームシフトの閾値解析 | 助<br>教       | 理           | 森林総合研究所<br>日本学術振興会特別研究員（PD）           |
| ● 安達 俊介 | ダークマターの正体を解<br>明する実験研究—前人未<br>到の質量領域を拓く   | 助<br>教       | 理           | 東京大学国際高等研究所カブリ<br>数物連携宇宙研究機構<br>特任研究員 |
| ● 安藤 俊哉 | 大規模染色体操作法の開<br>発による多細胞生物の進<br>化プロセスの実証    | 准<br>教<br>授  | 理           | 自然科学研究機構 基礎生物学研<br>究所<br>助教           |

|             |                                                          |     |   |                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------|-----|---|------------------------------------|
| ● 井内 真帆     | チベット文化圏の基盤解明のための総合的研究－中世チベット仏教伝播後期について－                  | 准教授 | 文 | 京都大学大学院文学研究科<br>日本学術振興会特別研究員 (RPD) |
| ● 大谷 育恵     | 考古資料に基づいた漢対匈奴交渉と匈奴社会の解明                                  | 助教  | 文 | 国立民族学博物館<br>機関研究員                  |
| ● 小俣ラポー 日登美 | 「黄色」聖人の誕生とヨーロッパにおける人種論の形成－近世から近代にかけてのカトリック文化圏における日本人像－   | 准教授 | 文 | 京都大学大学院文学研究科<br>日本学術振興会特別研究員 (PD)  |
| ● 垣内 伸之     | 慢性疾患の克服を目指した細胞の個体内進化の解析                                  | 准教授 | 理 | 京都大学大学院医学研究科<br>助教                 |
| ★ 黒田 悠介     | 含遷移金属人工酵素の創出                                             | 助教  | 理 | 公益財団法人乙卯研究所<br>研究員                 |
| ● 慶 昭蓉      | 内陸アジアにおける書写文化の急発展と諸胡の興起                                  | 准教授 | 文 | コレージュ・ド・フランス<br>任期付准教授             |
| ● 杉村 和幸     | 大規模数値流体シミュレーションによる初代銀河形成理論の構築:宇宙の大規模構造から星・ブラックホールまでの統一描像 | 助教  | 理 | 東北大学大学院理学研究科<br>特任助教(研究)           |
| ● 田原 弘量     | ナノ構造半導体と量子協力効果を利用した散逸エネルギー再利用システムの開発                     | 准教授 | 理 | 京都大学化学研究所附属元素科学国際研究センター<br>助教      |

|                           |                                     |     |   |                                |
|---------------------------|-------------------------------------|-----|---|--------------------------------|
| ● 包 含                     | 仕様検証可能な機械学習                         | 助教  | 理 | 東京大学大学院情報理工学系研究科<br>博士課程       |
| ● 東島 沙弥佳                  | 文理両方の視点からしっぽの喪失について考える、総合的「しっぽ学」の創設 | 助教  | 理 | 大阪市立大学大学院医学研究科<br>助教           |
| ● 中村 秀樹                   | タンパク質の動的集合・離散を介した代謝制御機構への多角的アプローチ   | 准教授 | 理 | 京都大学大学院工学研究科<br>特定助教           |
| ● 松本 徹                    | 小惑星リュウグウとイトカワの試料から探る宇宙における固体の進化と変遷  | 助教  | 理 | 九州大学基幹教育院<br>日本学術振興会特別研究員 (PD) |
| ★ ROUET-LEDUC<br>Bertrand | データサイエンスにもとづく地震の幅広いすべりモードの研究        | 助教  | 理 | ロスアラモス国立研究所 (米国)<br>常勤研究員      |

●GL：グローバル型（従来型）

★TT：部局連携型（卓越研究員型）

#### （４）【グローバル型】第１期～第１２期の募集と採用結果のまとめ

過去 12 期分の結果をここにまとめた。

##### １）応募者数・内定者数・競争倍率の推移

応募者数（内定者数）は年度に沿って、588（18）、517（19）、416（19）、655（20）、644（20）、585（20）、483（11）、382（12）、362（13）、343（10）、278（10）、303（15）と移っている。応募者総数 5,556 に対して、内定者総数は 187 である。したがって、過去 12 期での平均競争倍率は 29.7 倍となる。

##### ２）応募者・内定者における理系研究者比率（％）の推移

年度に沿って示すと、66.7（66.7）、72.7（68.4）、65.6（63.2）、54.2（50.0）、55.1（55.0）、67.4（70.0）、66.7（54.5）、64.1（58.3）、55.5（76.9）、64.7（80.0）、63.3（70.0）、63.4（66.7）となる。括弧内の数字は、内定者についての理系研究者の比率である。理系研究者比率の平均値は、63.3（65.0）となる。

### 3) 応募者・内定者における国外応募者比率(%)の推移

年度に沿って、19.0 (16.7)、20.5 (15.8)、17.8 (5.3)、34.8 (25.0)、32.5 (55.0)、28.6 (35.0)、26.1 (18.2)、28.5 (25.0)、27.1 (15.4)、23.9 (20.0)、27.7 (10.0)、25.4 (13.3)と変化して、その平均値は26.0 (21.2)である。括弧内は内定者についての国外研究者の比率である。

### 4) 応募者・内定者における助教比率(%)の推移

応募者における助教の比率は、69.4 (61.1)、67.7 (63.2)、61.3 (52.6)、62.1 (60.0)、65.8 (75.0)、70.8 (55.0)、67.5 (18.2)、62.6 (50.0)、61.0 (46.2)、65.0 (80.0)、60.4 (20.0)、58.1 (46.7)である。括弧内の数値は、内定者における助教比率である。平均値は、64.3 (52.3)である。

### 5) 内定者の平均年齢(助教/准教授)の推移

年度に沿って助教/准教授内定者の平均年齢(歳)は30.2/36.9、29.7/33.0、31.7/35.6、31.6/36.3、31.3/37.0、30.9/37.8、34.4/40.1、32.0/38.7、32.5/38.9、32.0/39.5、30.0/38.0、33.1/38.4と移っている。

## 3. 白眉研究者の受入れと受入先

第12期白眉研究者【グローバル型】は14名、【部局連携型】は2名の着任が確定し、表Ⅱ-5に示す受入先に配属されることとなった。

採用された白眉研究者は、白眉センターの特定准教授あるいは特定助教として原則5年間の任期(年度単位)で雇用され、研究活動に専念できるよう、それぞれの専門領域に相応しい学内部局(あるいは専任教員)を受入先とし、そこで研究活動を実施することになる。

応募時に受入先(受入部局、受入研究者)から事前の内諾をとっておくことが推奨されており、多くの採用者は申請時点で受入先を確定していたため、受入先の選定は比較的支障なく進めることができた。

受入れにあたって、各白眉研究者の就業・研究面での活動を支えるために白眉センターと受入部局との協力・連携体制が重要であるが、「白眉プロジェクトに係る事務処理について」並びに「事務分担例」と題する資料を基にして、受入部局に委託する事項と白眉センターが行う事項を明示し、事務委託についての整理を行っている。

各受入部局には、日常的な勤務管理並びに研究協力や研究費管理に関わる事務事項の担当をお願いし、白眉センターは人事・労務に関わる事務を担当することとしている。

白眉プロジェクトからは、各白眉研究者の申請内容を精査したうえで400万円を上限に研究費が毎年支給される。研究費や、受入先研究室への受入れに係る環境整備経費(受入れ初年度のみ配分)ならびに受入研究者に支給するメンター経費については、センターから各受入部局に予算配分を行い、受入部局が執行することとしている。2021年度についても同様の措置がとられた。

また、採用者に係る科学研究費補助金等の各種補助金、寄附金、受託研究、共同研究等に係る

応募、申請、受入、経費執行及び額の確定調査に係る事務についても原則的に受入先において行うこととしている。ただし、外部資金等の受入の決定は、センターにおいて審議決定することとしている。なお、白眉研究者が獲得した外部資金に係る間接経費については、部局に対して配分される間接経費に対して、受入部局とセンターの配分比率を4:1として配分し、センターへの配分額については、1件あたり50万円を上限とすることを、部局との間で合意している。受入部局では白眉研究者の受入れにあたって研究スペースなどの設備の提供にとどまらず、さまざまな事務的負担が生じることを勘案して、以上の措置がとられている。

表Ⅱ－5 第12期白眉研究者の受入先

| 氏名             | 着任日        | 受入部局    | 受入研究者               |
|----------------|------------|---------|---------------------|
| ● 青柳 亮太        | 2021年10月1日 | 農学研究科   | 北山 兼弘 教授            |
| ● 安達 俊介        | 2021年10月1日 | 理学研究科   | 田島 治 准教授            |
| ● 安藤 俊哉        | 2022年4月1日  | 農学研究科   | 大門 高明 教授            |
| ● 井内 真帆        | 2021年10月1日 | 文学研究科   | 宮崎 泉 教授             |
| ● 大谷 育恵        | 2021年10月1日 | 人文科学研究所 | 向井 佑介 准教授           |
| ● 小俣ラポー<br>日登美 | 2021年10月1日 | 人文科学研究所 | 竹沢 泰子 教授            |
| ● 垣内 伸之        | 2021年10月1日 | 医学研究科   | 妹尾 浩 准教授            |
| ★ 黒田 悠介        | 2021年12月1日 | 薬学研究科   | 石濱 泰 教授<br>高須 清誠 教授 |
| ● 慶 昭蓉         | 2021年10月1日 | 人文科学研究所 | 稲葉 穰 教授             |
| ● 杉村 和幸        | 2022年4月1日  | 理学研究科   | 細川 隆史 准教授           |
| ● 田原 弘量        | 2021年10月1日 | 化学研究所   | 金光 義彦 教授            |
| ● 包 含          | 2022年4月1日  | 情報学研究科  | 山田 誠 准教授            |

|                          |                 |       |          |
|--------------------------|-----------------|-------|----------|
| ● 東島 沙弥佳                 | 2021 年 10 月 1 日 | 総合博物館 | 本川 雅治 教授 |
| ● 中村 秀樹                  | 2021 年 10 月 1 日 | 工学研究科 | 濱地 格 教授  |
| ● 松本 徹                   | 2021 年 10 月 1 日 | 理学研究科 | 三宅 亮 准教授 |
| ★ ROUETLEDUC<br>Bertrand | 2022 年 5 月 16 日 | 防災研究所 | 澁谷 拓郎 教授 |

●GL：グローバル型（従来型）

★TT：部局連携型（卓越研究員型）

#### 4. 第13期の公募について

今年度は、白眉プロジェクトのさらなる発展、京都大学のさらなる研究力の向上のために、第13期【グローバル型】の公募にあたって白眉プロジェクトの見直しを実施した。「国立大学法人化以降、本学の若手教員数が減少を続けていること」及び「本学の女性教員比率は、国立大学のなかで最低レベルであること」といった京都大学の現状を踏まえて、優秀な若手研究者、とりわけ女性の研究者が数多く積極的に応募できるように、公募内容及びプロジェクトの運用を一部見直した。また、この見直しの結果、例年12月に行われていた公募開始は、2022年5月18日となった。文部科学省の卓越研究員事業を活用した【部局連携型】についても、2022年度も公募を開始予定である。

##### 【グローバル型】

対象分野：人文学・社会科学・自然科学の全分野

応募資格：博士の学位を有する者（同等の能力を持つ者も含む）

採用予定：特定助教 15 名程度、特定准教授又は特定講師 5 名程度

待遇：年俸制特定教員（准教授、講師、助教）として原則5年間の任期で採用

公募方法：国際公募

研究費：研究内容により年間1,000千円～4,000千円支給

所属：白眉センターとするが、実際の研究は京都大学内の受入先（応募に当たり、受入先の内諾を得ておくことが望ましい。）

##### 【部局連携型】

対象分野：ポストにより異なる

応募資格：博士の学位を有する者もしくは満期退学者

公開ポスト：未定

待遇：ポストにより異なる

公募方法：文部科学省卓越研究員事業に準じる

研 究 費：文部科学省卓越研究員事業に準じる

所 属：各部局

公募開始後から採用者の決定に至るまでのスケジュールは表Ⅱ－6に示すとおりである。

表Ⅱ－6 第13期の公募と選考スケジュール

【グローバル型】

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| 2022年5月18日                | 公募開始（13期白眉）                        |
| 2022年5月18日<br>～2022年6月30日 | 公募説明動画公開                           |
| 2022年6月30日                | 公募締切                               |
| 2022年8月上旬                 | 一次審査（専門委員会）<br>専門委員会による書類審査・合議審査   |
| 2022年12月4日                | 第二次審査（伯楽会議）<br>伯楽会議による面接審査         |
| 2022年12月中旬                | 第三次審査（運営委員会）<br>運営委員会による審議・採用内定者決定 |
| 2023年1月上旬                 | 内定者発表（13期白眉）                       |

【部局連携型】

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 2022年4月27日<br>～12月12日 | 研究機関 ポスト提示期間           |
| 2022年5月下旬             | 2022年度卓越研究員事業 ポスト一覧化公開 |
| 2022年5月12日<br>～6月16日  | 研究者 申請期間               |
| ポスト公開後～               | 当事者間交渉                 |
| 2022年9月               | 候補者選考に係る審査             |
| 2022年10月              | 申請者への採否通知              |
| 2022年10月              | 審査結果に基づく卓越研究員の決定       |
| 2022年10月以降            | 卓越研究員としての研究活動開始        |

## 5. プロジェクト運営の概要

### (1) 運営体制の整備と白眉研究者の役割分担

センター運営に関する重要事項は、京都大学白眉センター規程（後出V.【資料1】参照）に従って、白眉センター運営委員会で審議・決定される。運営委員会では、白眉研究者の選考・審査に関わる事項、センター人事、予算等について審議・報告が行われ、2021年度にはメール審議にて、第31回（7月6日～7月9日）、第33回（3月18日～3月24日）の2回、対面にて第32回（12月20日）の1回、計3回の運営委員会が開催された。

センター運営の日常的な業務は、センター長、PM、研究推進課担当職員からなる白眉ミーティングで処理されている。

センター長ならびにPMは、白眉研究者の日常的な相談に対応するとともに、受入先との連絡調整にもあたっている。また、特定職員・派遣職員が、これらの業務を補佐するとともに、白眉研究者の日常的な問い合わせや特に外国人研究者に対する便宜供与にあたっている。

受入先に分散する白眉研究者は、自身の課題として白眉コミュニティという一体性を確保するために、センターの運営にある程度関与することが必要である。研究活動は個々の白眉研究者がそれぞれの受入先で推進していくものの、京都大学教員として採用された機会を研究者・教育者としての将来に活かしていく機会を作る為、すべての白眉研究者が一堂に会して自身の研究課題をめぐって報告と討論を行う白眉セミナーを定期的を開催している（詳細は次章を参照）。加えて、白眉プロジェクトの推進に関わる業務の分担を白眉研究者に委ねている。白眉研究者は、研究に専念できるよう、基本的には教育負担や受入部局での日常的な運営業務から解放されているが、研究を推進するうえで彼ら自身の研究環境をどう整えていくかというノウハウを知ることが重要である。そのために、研究会・セミナー等の企画・開催、センター刊行物の企画・編集・刊行、そしてプロジェクトの広報など白眉プロジェクトの運営・推進に欠かせない基本的な業務について、2010年度第1期白眉研究者着任時よりワーキンググループ（WG）制を設け、白眉研究者がWGに参加することにより、プロジェクトの運営に参画するよう運営体制を整えている。2015年度から「PR（広報）WG」と「セミナーWG」の2つとなり、2021年度もその編成で活動を行った。2021年度メンバーを表Ⅱ-7に示した。

表Ⅱ－７ 2021年度WGメンバー表

## PRWG

| 採用期 | 氏名             | 分担 |
|-----|----------------|----|
| 8期  | ●井上 恵美子        | *  |
| 8期  | ●宮崎 牧人         | a  |
| 8期  | ★下野 昌宣         | a  |
| 8期  | ★高棹 圭介         | b  |
| 9期  | ●潮 雅之          | a  |
| 9期  | ●高橋 重成         | b  |
| 9期  | ●野村 龍一         | *  |
| 9期  | ●RUDOLPH, Sven | *  |
| 9期  | ●鈴木 俊貴         | *  |
| 9期  | ●檜山 智美         | a  |
| 10期 | ●相馬 拓也         | a  |
| 10期 | ●宇賀神 知紀        | *  |
| 10期 | ●森井 悠太         | *  |
| 10期 | ★池田 華子         | b  |

| 採用期 | 氏名            | 分担   |
|-----|---------------|------|
| 10期 | ★杉田 征彦        | *    |
| 11期 | ●有松 亘         | *    |
| 11期 | ●門脇 浩明        | *    |
| 11期 | ●中村 友紀        | *    |
| 11期 | ●西田 愛         | *    |
| 11期 | ●平島 剛志        | a    |
| 11期 | ★渡邊 翼         | *    |
| 12期 | ●井内 真帆        | *    |
| 12期 | ●安達 俊介        | b    |
| 12期 | ●大谷 育江        | b    |
| 12期 | ●小俣ラポー<br>日登美 | *    |
| 12期 | ●田原 弘量        | ○, a |
| 12期 | ●東島 沙弥佳       | ○, a |

## セミナーWG

| 採用期 | 氏名                     | 分担   |
|-----|------------------------|------|
| 8期  | ●天野 恭子                 | e, f |
| 8期  | ●菊谷 竜太                 | e, f |
| 8期  | ●武井 智彦                 | e, f |
| 8期  | ●DENIS ROMEO,<br>Fabio | e, f |
| 8期  | ●中島 秀太                 | e, f |
| 8期  | ★小川 敬也                 | f    |
| 8期  | ★古瀬 祐気                 | *    |
| 9期  | ●CANELA, Andres        | e, f |
| 9期  | ●KAMRANZAD,<br>Bahareh | e, f |
| 9期  | ●鈴木 雄太                 | e, f |
| 9期  | ●藤井 俊博                 | e, f |
| 9期  | ★水本 憲治                 | e, f |
| 10期 | ●大井 雅雄                 | f    |
| 10期 | ●坂部 綾香                 | e, f |
| 10期 | ●中村 栄太                 | e, f |

| 採用期 | 氏名              | 分担   |
|-----|-----------------|------|
| 10期 | ●春本 敏之          | e, f |
| 10期 | ●水本 岬希          | e, f |
| 11期 | ★安達 眞聡          | *    |
| 11期 | ●開出 雄介          | e, f |
| 11期 | ●草田 康平          | e, f |
| 11期 | ●田辺 理           | e, f |
| 11期 | ●CHABCHOUB Amin | e, f |
| 11期 | ★張 哲維           | *    |
| 11期 | ●馬場 基彰          | e, f |
| 11期 | ★馬場 弘樹          | *    |
| 12期 | ●青柳 亮太          | ○    |
| 12期 | ●垣内 伸之          | e, f |
| 12期 | ●慶 昭蓉           | e, f |
| 12期 | ●中村 秀樹          | e, f |
| 12期 | ●松本 徹           | e, f |
| 12期 | ★黒田 悠介          | e, f |

備考（分担について）

○：代表者； \*：随時協力者； a：冊子編集責任者； b：web編集責任者； c：取材；  
d：相談役； e：白眉セミナー； f：イベント（白眉の日、白眉合宿、離任式、年次報告会 他）

●GL：グローバル型（従来型） ★TT：部局連携型（卓越研究員型）

2021 年度に開催した白眉センターの行事は以下の通りである。なお、定例の白眉セミナー（研究会WG 担当）は次章にまとめて示した。

—2021 年 8 月 21 日 白眉の日 2021

オンライン開催（研究会WG 担当）

藤原敬介（7 期）、倉重佑輝（7 期）、Jeniffer COATES（5 期）が講演を行った。

—2021 年 9 月 3 日 「白眉センターだより (The Hakubi Center Newsletter)」第 19 号（広報WG 担当）を刊行した。（本誌口絵参照）

—2021 年 9 月 17 日 第 7 期白眉離任式

第 7 期の白眉研究者 4 名による最終研究報告会がオンラインで開催された。

—2021 年 10 月 13 日 第 12 期白眉研究者 研究計画発表会

オンライン開催。第 12 期白眉研究者 11 名（グローバル型）が発表を行った。（研究会WG 担当）

—2021 年 12 月 12 日 白眉秋合宿

オンライン開催（研究会WG 担当）

他己紹介の他、田中祐理子（9 期）、平野恭敬（9 期）が講演をし、その後小グループに分かれての懇談後、オンライン懇親会を行った。

—2022 年 4 月 15 日 2021 年度年次報告会

国際科学イノベーション棟 シンポジウムホールにて開催。外部からの来賓と白眉研究者数名の講演を行った。

—2022 年 4 月 30 日 「2021 年度白眉要覧 (The Hakubi Project at a Glance)」(広報WG 担当) を刊行した。（本誌口絵参照）

#### 2021 年度の情報セキュリティ委員

部局情報セキュリティ責任者：赤松 明彦(センター長)

部局情報セキュリティ技術責任者：門脇 浩明（11 期）

部局情報セキュリティ副技術責任者：平島 剛志（11 期）

部局情報セキュリティ連絡責任者：河合 美佳（事務）

#### 2021 年度の白眉センター人権委員

1 号委員 赤松 明彦（白眉センター長）

2 号委員 赤松 明彦（プログラムマネージャー兼任）

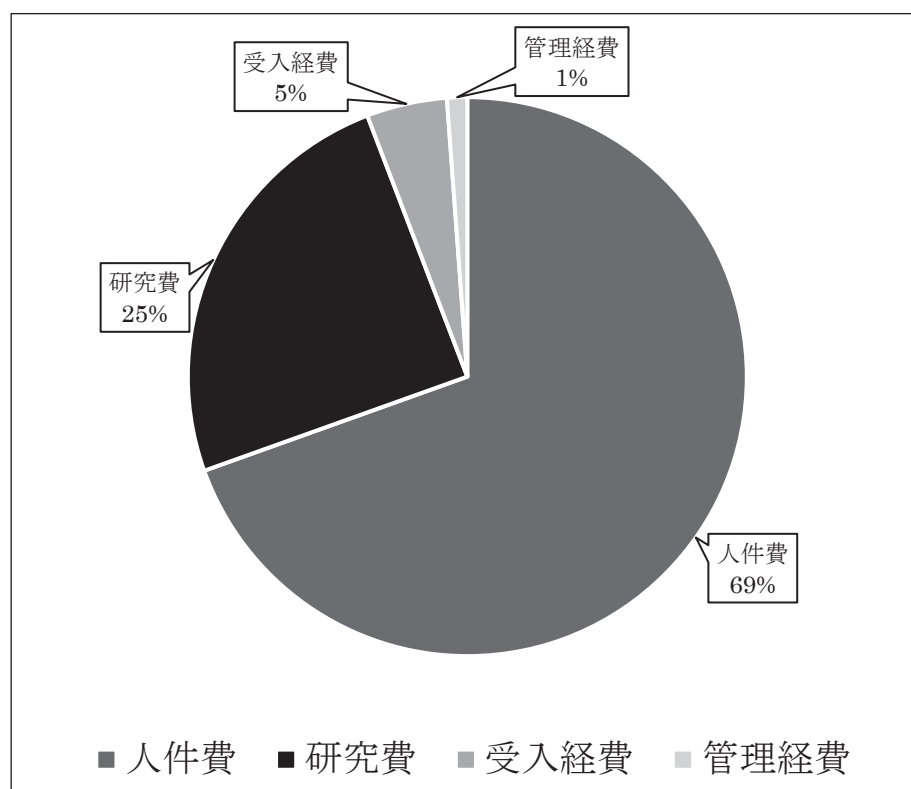
3 号委員 林 紀英（研究推進部研究推進課長）

4 号委員 藤井 俊博（9 期）

## (2) プロジェクト運営の財源と運営経費

白眉プロジェクトは、京都大学重点戦略アクションプランの事業として、大学運営費により運営されている。2021 年度の実施にあたっての事業計画予算総額は 497,855 千円（2020 年度：502,179 千円）を計上していたが、満期前の退職者分の人件費の減少、新規採用者の減少や文部科学省の補助金等の活用により、決算額は 442,010 千円（2020 年度：438,228 千円）となった。そのうち、部局配分額は 129,520 千円、センター執行額は 312,490 千円となった。

決算額の約 69%が人件費で、総額 307,320 千円となった（2020 年度は、それぞれ 68%、298,742 千円）。白眉研究者（年俸制特定准教授ならびに特定助教）、PM、事務職員の人件費からなっている。研究費は、白眉研究者に配分されるもので、総額 108,920 千円（2020 年度は 108,100 千円）の配分となった。研究計画に沿って各白眉研究者から申請された金額をセンター長が査定し、確定した額が配分された。



図Ⅱ－1 2021 年度白眉プロジェクト決算額の費目別比率

受入経費と区分される費目は、自立支援経費ならびに環境整備経費からなっており、その総額は 20,600 千円（2020 年度は 20,900 千円）の配分額となった。自立支援経費は受入先に配分される、いわゆるメンター経費で、白眉研究者 1 人について 500 千円の経費が部局に配分された。環境整備経費は、白眉研究者の受入れにあたって部局で受入れ態勢を準備するための経費で、1 人あたり 300 千円が受入れ初年度に部局に配分された。

管理経費は白眉センターの管理運営のための経費であり、事務経費、センターおよび白眉研究者の居室整備のための経費、印刷物刊行等の広報経費、伯楽会議等行事の実施にかかる諸経費で、総額 5,170 千円（2020 年度は 10,486 千円）の決算額となった。

以上のプロジェクト経費に加えて、文部科学省からの補助金（科学技術人材育成費補助金）や白眉研究者が獲得した外部資金の間接経費も白眉プロジェクトの経費として活用されている。また、2020 年度から 2026 年度までの 7 年間は、京都大学創立百二十五周年記念事業「「白眉プロジェクト」をはじめとする若手教員の活躍の場を増強」により、京都大学基金についても財源として措置されるようになった。2021 年度は、科学技術人材育成費補助金（卓越研究員事業）10,791 千円を受け入れ、白眉センター職員の人件費等として活用した。また、2021 年度の白眉研究者による競争的研究費の獲得実績は表Ⅱ－8 のとおりで、直接経費および間接経費に区分して示されている。間接経費については、部局配分額（間接経費全額の 50%）が 4：1 の比率で受入部局と白眉センターに配分されるので、間接経費全額の 10%がセンターの財源として利用できる間接経費となる（ただし、その額が 50 万円を超える場合は、50 万円が限度額となる）。表Ⅱ－8 に示したように、競争的研究費に間接経費総額 48,990 千円（2020 年度は 30,701 千円）の 10 %相当額が間接経費収入となり、センター運営管理費として、白眉研究者のための環境整備やシンポジウム等の開催経費として活用された。

白眉研究者には、自身の研究活動推進のために、競争的外部資金の申請を積極的に行うようセンター長ならびに PM から要請されている。採用後には科学研究費などへの応募を積極的に行うことが奨励され、現に、多数の白眉研究者が応募を行った。

表Ⅱ－8 2021 年度白眉センターの競争的研究費獲得状況

| 資金名                        | 件数 | 直接経費<br>(千円) | 間接経費<br>(千円) |
|----------------------------|----|--------------|--------------|
| 科学研究費助成事業 新学術領域研究(研究領域提案型) | 6  | 11,030       | 3,030        |
| 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A)      | 1  | 24,300       | 7,290        |
| 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B)      | 6  | 34,500       | 8,580        |
| 科学研究費助成事業 基盤研究(A)          | 2  | 7,400        | 2,220        |
| 科学研究費助成事業 基盤研究(B)          | 10 | 45,190       | 10,980       |
| 科学研究費助成事業 基盤研究(C)          | 5  | 3,300        | 990          |
| 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)        | 5  | 8,500        | 2,550        |
| 科学研究費助成事業 挑戦的研究(開拓)        | 1  | 8,500        | 2,550        |
| 科学研究費助成事業 若手研究             | 9  | 8,700        | 2,610        |
| 戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さきがけ）    | 1  | 23,500       | 7,050        |
| 戦略的創造研究推進事業 総括実施型研究（ERATO） | 1  | 800          | 240          |
| 創発的研究推進事業                  | 1  | 3,000        | 900          |
| 総計                         | 48 | 178,720      | 48,990       |

### (3) 白眉センターの施設整備と白眉研究者の研究環境整備

すでに前項の受入部局等のところで述べたとおり、白眉研究者は採用後、受入部局(受入研究者)のもとで研究遂行のための居室・研究室や実験施設等の使用・利用について便宜供与を受けることとなっている。白眉研究者の受入れは概ね順調で、白眉研究者が受入れ状況に大きな不都合を感じていない事を確認した。しかし、受入先ではスペースの不足が常態化し始め、研究室の提供が困難だとの申し入れがある。他方、白眉研究者が大型プロジェクトに採択され、機器の設置や共同研究者の活動場所を必要とする事態も起こり始めている。

以上のような状況の中で、2021 年度では以下のスペース確保に努め、白眉センター各種行事での活用や、研究スペース確保が困難な白眉研究者への提供等を行った。

- 1) 学 術 研 究 支 援 棟：事務室、地下会議室 1・2、セミナー室 3
- 2) 北部総合教育研究棟：406 号室、407 号室、408 号室
- 3) 総 合 研 究 2 号 館：323 号室
- 4) 総 合 研 究 17 号 館：251 号室、253 号室
- 5) 東 一 条 館：(016) 室 01

### (4) 白眉研究者の人事異動

白眉研究者は5年の任期で研究活動に従事しているが、任期中に学内あるいは学外の研究組織へ異動することを妨げているわけではない。むしろ、白眉研究者が将来のアカデミアを担う優秀な研究者として白眉プロジェクトから離籍していくことは、プロジェクト実施側にとっても望ましいことである。2020 年度までに白眉センターを退職した 133 名に加えて、2021 年度にはさらに8名が退職した。その内訳は表Ⅱ－9に示すとおりである。

表Ⅱ－9 白眉研究者の異動先

| 氏名                   | 退職日              | 異動先・職                 |
|----------------------|------------------|-----------------------|
| ●武井 智彦               | 2021 年 8 月 31 日  | 玉川大学脳科学研究所 准教授        |
| ●川中 宣太               | 2021 年 9 月 30 日  | 京都大学基礎物理学研究所 研究員(非常勤) |
| ★安藤 裕一郎              | 2021 年 9 月 30 日  | 京都大学工学研究科 准教授         |
| ●DENIS ROMERO, Fabio | 2021 年 10 月 15 日 | Institut Néel CRCN    |
| ★古瀬 祐気               | 2021 年 10 月 24 日 |                       |
| ●菊谷 竜太               | 2022 年 3 月 31 日  | 高野山大学 准教授             |
| ●藤井 俊博               | 2022 年 3 月 31 日  | 大阪公立大学 准教授            |
| ★下野 昌宣               | 2022 年 3 月 31 日  | 京都大学医学研究科 准教授         |

●GL：グローバル型（従来型）

★TT：部局連携型（卓越研究員型）

#### (5) 白眉離籍者による研究報告会

藤原 敬介 (第7期白眉研究者、2016年10月1日特定准教授採用、2021年3月31日離籍、移動先と職名：帝京科学大学総合教育センター 准教授)

##### 【題目】Puzzle of Cak numerals revisited

2021年8月21日、オンライン開催(白眉の日)

【要旨】The Cak language (aka Sak; ISO 639-3 ckh; Chittagong Hill Tracts, Bangladesh; Luish group, Tibeto-Burman) is essentially a decimal system. In other words, multiples of ten are, in principle, expressed as a combination of a cardinal number and ten. However, ‘forty’ and ‘fifty’ seem to have irregular derivations. I will try to solve this puzzle from the perspective of comparative-historical linguistics.

倉重 佑輝 (第7期白眉研究者(部局連携型)、2016年10月1日特定准教授採用、2021年3月31日離籍、移動先と職名：京都大学理学研究科・准教授)

##### 【題目】Quantum chemistry meets quantum computer

2021年8月21日、オンライン開催(白眉の日)

【要旨】We propose an efficient  $O(N^2)$ -parameter ansatz that consists of a sequence of exponential operators, each of which is a unitary variant of the cluster Jastrow operator. The ansatz can also be derived as a decomposition of T2 amplitudes of the unitary coupled cluster with generalized singles and doubles, which gives a near full-CI energy. The proposed ansatz therefore can reproduce the unitary coupled cluster generalized singles and doubles (uCCGSD) energy, or rather will reach the exact full-CI energy because of the exponential operator product form. Because the cluster Jastrow operators are expressed by a product of number operators and the derived Pauli operator products, namely, the Jordan-Wigner strings, are all commutative, it does not require the Trotter approximation to implement to a quantum circuit and should be a good candidate for the variational quantum eigensolver algorithm of a near-term quantum computer. The accuracy of the ansatz was examined for dissociation of a nitrogen dimer, and compared with other existing  $O(N^2)$ -parameter ansatzs. Not only the original ansatzs defined in the second-quantization form but also their Trotter-splitting variants, in which the cluster amplitudes are optimized to minimize the energy obtained with a few, typically single, Trotter steps, were examined by quantum circuit simulators.

**COATES, Jennifer** （第5期白眉研究者、平成26年4月1日特定助教採用、2018年3月31日離籍、移動先と職名：Sainsbury Institute for the Study of Japanese Arts and Cultures Senior Lecturer）

**【題目】An Ethno-History of Postwar Japanese Film Culture**

2021年8月21日、オンライン開催（白眉の日）

**【要旨】**From the very beginning of the Allied Occupation of Japan (1945-1952), the General Headquarters of the Supreme Commander for the Allied Powers identified the cinema as a means to reshape popular attitudes in an American-inspired democratic capitalist mode, re-educating Japanese citizens through popular entertainment. Cinema memory of this era is therefore an important addition to the cultural memories which challenge and subvert top-down narratives created and disseminated by Allied personnel, and reproduced in subsequent bureaucratic histories.

**川中 宣太** （第7期白眉研究者、2016年10月1日特定准教授採用、2021年9月30日離籍、移動先と職名：京都大学基礎物理学研究所・研究員（非常勤））

**【題目】星の最期とその後が放つメッセージを追って**

2021年9月17日、オンライン開催（離任式）

**【要旨】**宇宙と聞いて多くの皆さんが思い浮かべるのは、星座や天の川を形作る恒星が輝く様子ではないだろうか。それに対し、この白眉プロジェクトの期間中に私が研究したのは、恒星がその一生を終えた後の姿についてである。超新星残骸や高密度天体などといった、星が死んだ後に残る天体は、「死」というイメージとは裏腹に、恒星よりもさらに活発で多様な振る舞いを示すことが知られている。私は白眉プロジェクトにて、超新星残骸、ブラックホール、中性子星といった様々なタイプの天体が示す活動とそれらが放つ電磁波・粒子の観測的特徴を予言する、といった方針に注力してきた。こうした研究はしばしば、宇宙という実験場を用いて強い重力や強い磁場、高いエネルギーなどといった極限環境における物質や粒子の振る舞いを探りたいという基礎物理学的興味から行われることが多いが、私はそれに加えて、星が遺した物を見つめることによってその星がかつて生きていた頃の姿や環境、その生涯における変化の様子を探りたいという天文学的興味からもこの研究に取り組んできた。本講演では私の白眉プロジェクトにおける成果を簡単に紹介するとともに、5年間で印象に残った白眉での出来事を振り返りたい。

**雨森 賢一** （第7期白眉研究者、2017年4月1日特定准教授採用、2020年8月31日離籍、移動先と職名：京都大学高等研究院ヒト生物学高等研究拠点・特定准教授）

**【題目】不安生成に因果的に関わる霊長類辺縁皮質－ストリオソーム回路**

2021年9月17日、オンライン開催（離任式）

**【要旨】**不安障害やうつ病は、人口の約25%が一生に一回は罹患する一般的な病です。罹患により気分や睡眠が障害され、自殺のリスクも増加し、社会的損失は非常に高いとされています。

我々は、ヒトと相同な脳構造を持つマカクザルの辺縁皮質—大脳基底核回路を対象として、不安のメカニズム解明や、治療法につながる操作法の確立を目指して研究を行っています。特に、サルに報酬と罰のセットを受け入れるか、拒否するかという「接近回避葛藤」を伴う意思決定を行わせ、価値判断の悲観の程度を定量的に扱いました。マルチサイト神経活動記録法で、様々な脳領域の神経活動を記録しながら、微小電気刺激法などの神経活動の操作手法を駆使し、意思決定への影響を詳しく調べました。まず、前帯状皮質膝前部 (pACC) を局所刺激し、意思決定がどのように変化するかどうかを調べました。すると、刺激により計算論で導かれた悲観度のパラメータが特徴的に上昇することを見つけました (1)。このことから、pACC の異常活動は罰の過大評価を誘導し、「不安」に似た悲観的な意思決定を導いたと考えられます。更に、我々は、ヒトにマカクザルと同様の葛藤課題を行ってもらい、接近回避葛藤に関わる pACC の活動が、マカクザルとヒトで共通することを明らかにしました (2)。この pACC に順行性トレーサーウイルスを注入し、関連するネットワークを調べたところ、線条体ストリオソーム構造に優先的に投射することがわかりました (3)。そこで、対応する経路を齧歯類で探し、光遺伝学を用いてストリオソーム経路の選択的な抑制をおこないました。すると抑制により、ラットが罰を意識しなくなり、ストリオソームが不安に因果的に関わることが明らかになりました (4)。また、マカクザルにおいて、線条体の刺激を行い、刺激が不安だけでなく、強迫性障害に似た悲観的な価値判断の固執を引き起こすこともわかりました (5)。我々は、一連の研究を通して、実際に価値判断の変化を引き起こす神経回路の同定を、霊長類において行っています。近年は、最先端の遺伝子解析を導入し、細胞タイプ選択的な遺伝子導入が行えるウイルスベクターの開発や、マカクザルにおいて化学遺伝学を導入することで、さまざまな精神疾患にかかわる細胞群の活動を適切にコントロールすることのできる神経操作法の確立を目指しています。

1. Amemori, K. & Graybiel, A. M. 2012. Localized microstimulation of primate pregenual cingulate cortex induces negative decision-making. *Nature Neuroscience* 15: 776-785.
2. Ironside, M+, Amemori, K+, et al. 2020. Approach-avoidance conflict in major depression: Congruent neural findings in human and non-human primates. *Biological Psychiatry* 87: 399 - 408. (+: equal contribution)
3. Amemori, S., Amemori, K., et al. 2020. Microstimulation of primate neocortex targeting striosomes induces negative decision-making. *European Journal of Neuroscience* 51: 731 - 741.
4. Friedman, A., Homma, D., Gibb, L., Amemori, K., et al. 2015. A corticostriatal path targeting striosomes controls decision-making under conflict. *Cell* 161: 1320-1333.
5. Amemori, K., Amemori, S., Gibson, D. J. & Graybiel, A. M. 2018. Striatal microstimulation induces persistent and repetitive negative decision-making predicted by striatal beta-band oscillation. *Neuron* 99: 829-841.

**堀江 真行** （第7期白眉研究者、2016年10月1日特定准教授採用、2021年3月31日離籍、移動先と職名：大阪府立大学・第4学系群獣医系・教授）

**【題目】現代と古代のウイルスの多様性**

2021年9月17日、オンライン開催（離任式）

**【要旨】**これまでのウイルス研究の対象は、主にヒトあるいはヒトに関連のある動植物等に病気を起こしたウイルスへと偏重があったため、ウイルスの多様性は十分に解明されていません。また、ウイルスは生物のように体化石を残さないため、過去のウイルスについて直接知ることができません。私はこの白眉在籍中の4年半の間、ウイルスの多様性の解明を目的として、公共のデータベースに存在する膨大な塩基配列データを解析し、様々な生物由来の配列データから、多様な新規ウイルス（配列）を発見しました。さらに太古のウイルスを知るために、ボルナウイルスというウイルスに着目し、真核生物ゲノムに存在するボルナウイルス由来の遺伝子配列を網羅的に解析し、脊椎動物における約1億年にわたるボルナウイルス感染の歴史を明らかにしました。本講演では上記の白眉在籍中の研究成果と今後の展望を紹介します。

**磯野 優介** （第7期白眉研究者、2016年10月1日特定助教採用、2021年3月31日離籍、移動先と職名：京都大学数理解析研究所・准教授）

**【題目】数学における剛性について**

2021年9月17日、オンライン開催（離任式）

**【要旨】**剛性とは「外力に対する、物体の変形しにくい性質」の事で、物体の硬さを表す言葉です。数学においても剛性という言葉があり、「この数学的対象はこのような意味で剛性を持つ」のように述べる事がよくあります。ここで問題となるのは、数学的対象の剛性、つまり硬さの定式化です。数学では物体が実際にあるわけではないので、どのように硬さを定式化すればいいのか、全く明らかではありません。この講演では、数学における剛性の考え方を理解する事に焦点をあてたお話をしようと思います。具体例として扱うのは多項式など、高校生の知識で理解出来るものにします。講演の最後の方で少しだけ、私が白眉に在籍している時に得た剛性定理について解説します。私の専門分野はフォンノイマン環論というもので、剛性に関する研究は盛んに行われています。私の示した剛性定理は、 $W^*$ 超剛性と呼ばれるもので、フォンノイマン環の構造を見ることで、そのもととなった情報を復元するというものです。

**田中 祐理子** （第9期白眉研究者、2018年10月1日特定准教授採用、2021年3月31日離籍、移動先と職名：神戸大学大学院国際文化学研究科・准教授）

**【題目】Return of/to the Epidemic**

2021年12月12日、オンライン開催（白眉合宿）

**【要旨】**I am a historian of science and philosophy. My Hakubi research project was mainly on the 20th century history of atomic sciences, while my doctoral research had been on the history of infectious diseases and the so-called ‘birth’ of bacteriology

in the 19<sup>th</sup> century. At the time I joined the Hakubi center, the epidemics or the pandemics were, at least with me, felt as if things somehow distant or of history. Now things have all changed and I have been asking myself what I should learn from this experience since last year. I have no answer yet but just lots of questions. On this occasion I would like to trace my experience and hopefully discuss with you our days of ‘pandemic.’

**平野 恭敬** （第9期白眉研究者、2018年10月1日特定准教授採用、2020年12月31日離籍、移動先と職名：香港科学技術大学・assistant professor）

**【題目】 Opening doors of “mind”**

2021年12月12日、オンライン開催（白眉合宿）

**【要旨】** It is a human nature that time to time, we change our behavior, depending on who we meet, and in which situation we are. Thus, upon facing to the same occasion, although the seemingly similar neural inputs will be delivered to the brain, those can open different doors, perhaps so called in a process through cognitive functions, leading to different types of behavioral outputs. Again perhaps, the doors are relatively innately fixed, and the keys that open the door is already equipped. The tightness of the door closure or the size of the door is somehow different depending on the situation and even between individuals. This is the rough idea of mine, through more than 10 years of work looking at the fly brain. How can I find the doors, and the mechanisms of the door? How can we access to the human mind through the door? I would like to share my thoughts and discuss about it.

### Ⅲ. 白眉セミナーと白眉研究者の研究活動

#### 1. 白眉セミナー

白眉センターでは、多分野にわたる白眉研究者の研究活動を相互に理解するとともに、研究者の相互交流を促進するために、白眉セミナーを、夏季休暇中の8月を除く各月の原則第1と第3火曜日に開催している。白眉セミナーは原則として学内に公開しており、セミナーの内容は発表を担当する研究者の発案で自由に企画することとしている。白眉研究者による発表だけでなく、ゲストを招いての発表などが開催された。

2021年度に開催されたセミナーは以下のとおりである。セミナーの案内は、和文・英文で白眉センターのホームページ上（URL: <https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/>）で公開されており、以下はその案内に掲載された発表題目および要旨である。（※2021年度の白眉セミナーは、オンライン開催またはオンラインと対面のハイブリッド開催）

#### 2021年4月6日（火）第194回 白眉セミナー

##### 「島に望遠鏡を担いでつた」

有松 亘 特定助教

【要旨】これまでの観測的研究によって明らかになっている太陽系は、その全体像のほんの一部にすぎない。太陽系の外縁部には、『オールトの雲』と呼ばれる太陽系最大の天体群が存在すると推定されている。しかし、太陽および地球から極めて遠方に位置するオールト雲天体を直接検出することは、現代の超大型望遠鏡を使用しても不可能である。発表者は沖縄県宮古島市にて、小望遠鏡を用いた動画天体観測プロジェクト、Organized Autotelescopes for Serendipitous Event Survey (OASES)を実施してきた。OASESでは天文台や研究施設の存在しない宮古島にて高感度ビデオカメラを装着した小望遠鏡を複数台設置し、大量の恒星を同時に動画観測することで、恒星の手前を太陽系外縁天体が通過する際の減光を検出することに成功した。本発表ではこれまでのOASES宮古島観測の経緯を研究成果とともに振り返るとともに、プロジェクトの現状と今後の展望について紹介する。

#### 2021年4月20日（火）第195回 白眉セミナー

##### 「建物・土地の「空き」一動向、要因、影響」

馬場 弘樹 特定助教

【要旨】2018年の住宅・土地統計調査によると、全国の空き家率は13.6%と約7戸に1戸は空き家であるのが日本の現状です。このような潮流は、実は世界的に生じており、米国、ドイツをはじめ先進国では様々な対処がなされてきました。しかし、空き家が増加することでどのような問題が生じるのか、またどのような要因で空き家が発生するのかについては、あまり議論が進んでいません。さらに、土地も同様の現象が進行していると考えられ、これらをどのように維持管理していくのが将来的な課題となります。本セミナーでは、私のこれまでの研究をベースに、建物・土地の「空き」に対する世界的な動向、空き家化の要因、その周辺への影響につ

いてお話しします。さらに、現在進行中の土地の流動性に関する分析についても話題共有し、活発な議論を行いたいと思います。

#### 2021 年 5 月 11 日（火）第 196 回 白眉セミナー

「低温における光と物質」

馬場 基彰 特定准教授

【要旨】現在の新型コロナウイルス禍において、私たちは毎日の検温が推奨されたり義務づけられたりしています。さて、温度ですが、無機物、動物、植物などの物質については多くの場合、温度を定義でき測定することができます。では、光についてはどうでしょうか？光に温度はあるでしょうか？それを測定できるでしょうか？答えとしては、限られた状況下ではイエスと言えます。温度というのは熱平衡下で定義されます。一方、光は多くの場合、非平衡な状況下にあります。そのため、光の物理を議論する際に、温度という概念はまれにしか現れません。本セミナーでは、低温での光と物質の物理について、特に私がここ数年研究している超放射相転移の文脈で話をします。

#### 2021 年 5 月 25 日（火）第 197 回 白眉セミナー

「Rogue waves in the Laboratory and Nature」

チャブチャブ アミン 特定准教授

【要旨】Rogue or freak waves are extreme wave events that seemingly appear out of nowhere in calm or rough seas, cause severe damage to ships as well as offshore structures, and then disappear without a trace. Such waves have been reported by mariners for centuries, but it is only a few decades ago that their existence has emerged into light. In fact, on January 1st 1995, a downward-pointing laser sensor installed on the Draupner platform located in the North Sea, measured a remarkable 25.6 m high wave and provided the first scientific proof for the existence of giant waves in the ocean. The mechanisms responsible for the formation of rogue waves from wave dynamics alone, excluding the influence of currents and winds, are the linear interference principle or nonlinear focusing also known as the universal modulation instability (MI). Significant experimental progress has been made over the last decade to investigate the complex forms of MI in water waves and other physical systems, such as optics and plasma. Most-relevant studies conducted in different water wave tanks will be reviewed in the talk while key links to real-world extreme waves will be provided.

#### 2021 年 6 月 8 日（火）第 198 回 白眉セミナー

「発生と生殖における細胞集団運動」

平島 剛志 特定准教授

【要旨】細胞は、化学物質のみならず、機械的な力や周囲環境の硬さ、形状などから入力刺激を受容し、さまざまな運動に変換する巧妙な仕掛けを持っています。複雑な入出力応答を示す

細胞が多数集まることで生み出される特徴的な分子・細胞の集団ダイナミクスは、高次生命機能を支える生命の基礎過程です。私は、発生や生殖において、細胞が集団となることで生み出す豊かなダイナミクスに興味があります。本セミナーでは、はじめに、これまでに行ってきた発生過程における協調的な細胞集団運動に関する研究をお話しした後に、これから行うマウス生体内における精子乱流と生殖機能との接点を探る研究についてお話しします。生命科学における集団現象について様々な視点から議論できれば幸いです。

#### 2021年6月22日（火）第199回 白眉セミナー

「The potential of nature-based infrastructure for the reduction of coastal disaster risks」  
張 哲維 特定助教

【要旨】 Coastal disasters cost thousands of lives and properties over the past decades. Climate change and sea-level rise pose greater challenges to worldwide coastal communities, urging more efficient strategies to mitigate natural hazards. Traditional engineering infrastructure has been heavily used due to the ease of installation while its maintenance cost and detrimental influences on coastal habitats may risk environmental sustainability. Green infrastructure, on the other hand, utilizes the ecosystems (e.g., mangroves, coral reefs, sand dunes) and provides a nature-based solution to counteract coastal hazards and rising sea level. Despite the substantial evidence that nature-based infrastructure can serve as barriers against coastal flooding caused by tsunamis and tropical cyclones, there is still a gap between scientific findings and practical applications due to a lack of quantification of the complex processes in coastal zones. In this talk, I will introduce the challenges that coastal communities are facing, the limitation of the current scientific progress, and what we are doing in fundamental research that may facilitate future coastal planning and disaster reduction.

#### 2021年7月6日（火）第200回 白眉セミナー

「森林の樹木群集における生物多様性のパラドックスを紐解く」 門脇 浩明 特定准教授

【要旨】 地球上の生命は驚くほど生物多様性に富んでいるが、これほど多くの種がどのようにして生まれ、どのようにして維持され、そして、もし失われたらどうなるのであろうか。生態学者は、この数十年の間に、生物群集における種の分布と豊富さ、そして生物多様性の出現・維持・喪失の背後にある複雑なメカニズムを理解する上で、飛躍的な進歩を遂げてきた。私の研究プログラムでは、自然の森林生態系における種がどのように相互作用し、共存や遷移などの巨視的な特徴を形成しているかを明らかにすることに重点を置いている。本セミナーではまず、森林の樹木群集における複雑な種の相互作用とその共存・遷移への影響を研究するために、フィールド実験をどのように利用できるかを紹介する。その中で、土壌微生物と葉を食べ

る昆虫が、樹木群集の初期段階を決定する上で重要な役割を果たしている可能性を示す。後半では、京都大学芦生研究林の6haの永久植生調査区において、成木、苗木、種子トラップの長期センサスデータを用いて、樹木群集の動態を分析した結果を紹介する。モデル化により、長期的な樹木群集動態を説明する上で、複数の共存メカニズムが重要である可能性について論ずる。以上から、フィールド実験、長期モニタリング、モデリングを組み合わせることで、森林の樹木の多様性の要因をより深く理解することができることを示したいと考えている。

#### 2021年7月20日（火）第201回 白眉セミナー

##### 「「外交的保護」の構造転換と法学の研究紹介」

開出 雄介 特定助教

【要旨】私は国際法上の「外交的保護」というものに焦点を当てて研究を行っています。一国が他国の国民を国際法上違法に取り扱い損害を与えたとき、国際法上の責任が発生しますが、「外交的保護」というのは、このような責任の追及のことを指しています。本セミナーでは、この外交的保護について私が明らかにしたことについて紹介すると共に、そのような研究をどのような長期的視座に立って行っているのか、ひいては、分野外の方にはとてもわかりにくいと思われる、そもそも法学とは何をしている学問であるのかについて(の私の考えを)、お伝えできればと思っています。

#### 2021年9月7日（火）第202回 白眉セミナー

##### 「初期浄土教美術の起源と生成－弥勒菩薩か？弥勒仏陀か？－」

田辺 理 特定准教授

【要旨】現在のパキスタン北部を中心としたガンダーラでは、1世紀から3世紀の間に、ギリシア・ローマ美術の技法を用いて、インドから伝播した仏教の内容を造形化した仏教美術が栄えた。ガンダーラでは従来、小乗（上座部）仏教が盛んであり、仏教徒は死後生天を望んだといわれている。この生天思想は、功德を積んで死後天界に再生復活し、様々な快樂を長期にわたり享受するという考え方である。仏陀（釈尊）は死後、天界に生まれ変わる生天思想を、主に在家仏教徒に勧めたことが知られている。

この生天思想を表現したものが、ガンダーラの兜率天上の弥勒菩薩を表したといわれている図像である。弥勒菩薩は死後に天界の兜率天に生まれ、その後56億7千万年後に、天からこの地上に降下して仏陀となる。この弥勒菩薩が兜率天において、死後生天した人々に説法をする場面を表したものが、兜率天上の弥勒菩薩の図像であるといわれてきた。特に、今回の発表では、兜率天上の弥勒菩薩と呼ばれるガンダーラの彫刻に表された図像が、弥勒菩薩を表したのか、弥勒仏陀を表したのか？再考察したい。

## 2021 年 9 月 21 (火) 第 203 回 白眉セミナー

### 「 Exploring mechanisms of primate development just after implantation 」

中村 友紀 特定准教授

【要旨】 Developmental biology is a field that explores the mechanisms by which an individual organism is developed from a single fertilized egg (embryo). The stage immediately after implantation in humans is the period marking the beginning of gastrulation, the process by which the three germ layers (endoderm, mesoderm and ectoderm) are differentiated via dynamic morphological changes. This is the first event which generates a diversity of cells from a homogeneous pluripotent cell group, the epiblast. As such, this is an extremely fundamental period that can be regarded as the “origin of the individual”, as opposed to the “origin of life” initiated by fertilization. Nevertheless, due to some decisive obstacles, our knowledge remains limited to morphological findings from about 100 years ago. This means we do not know the precise mechanism of the origin of human development.

To overcome this issue, I have studied primate development using cynomolgus monkeys which are the evolutionally closest animals among the experimentally amenable organisms. In the seminar, I will provide an overview about non-human primates from the evolutionary aspect, and the recent outcomes of the research which I have done using the cynomolgus monkeys.

## 2021 年 10 月 5 日 (火) 第 204 回 白眉セミナー

### 「 古い文書を読み解く 」

西田 愛 特定准教授

【要旨】 20 世紀の初頭に、敦煌石窟をはじめとする中央アジアの諸遺跡から将来された古チベット語文献の中には、手紙・契約文書・裁判文書・医学文書・占いなどの世俗文書が多数含まれています。仏教文献の大部分が他言語からの翻訳であるのに対して、これらの世俗文書はチベット語本来の著作であり、歴史資料としても言語資料としても極めて高い価値を持っていると言えます。その中で、私が長年研究テーマとしてきた古い文書は、骨・サイコロ・鳥の声・銅銭による占いなど、メディア・形式・内容ともに多様であり、当時の敦煌社会のみならず中央アジアの文化交流を知る上でも重要な資料です。

本セミナーでは、まず、研究開始から 1 世紀以上が経過した古チベット語文献研究について、これまでの研究の流れを概観したいと思います。その上で、「古い文書の研究なんて何の意味があるの?」という疑問におこたえすべく、研究の手法と意義、そこから得られた知見についてご紹介します。また、古文書に残る占いが現在のチベット社会でどのように機能しているのか、自身のフィールド調査の成果を交えて考察したいと思います。

## 2021年10月19日（火）第205回 白眉セミナー

### 「癌治療としての放射線治療の過去・現在・未来」

渡邊 翼 特定准教授

【要旨】2018年の日本の統計によると、日本で毎週約2万人、1年で約100万人の方が「がん」と診断されています。日本に住んで普通の生活を送っていて、一生のうち、あなたが「がん」と診断される確率は現在約50%以上(男性で65%, 女性で50%)です。自分が将来、病院の診察室で「がん」と告知されることは、小説や映画の世界ではなく、現実的に起こり得ることとして目の前にある現実になっています。本セミナーでは、まず癌治療について広く概観するとともに、癌治療の1つである放射線治療の最新の技術進歩についてご紹介します。また、私が研究しているホウ素中性子捕捉療法にも触れながら、これからの癌治療について皆様とディスカッションを行いたいと考えています。

## 2021年11月2日（火）第206回 白眉セミナー

### 「長期宇宙探査を実現するための月・火星レゴリス粒子のハンドリング技術」

安達 真聡 特定助教

【要旨】 Handling of lunar and Martian regolith particles existing on the Moon and Mars is one of the challenges for In Situ Resource Utilization (ISRU) which is a concept to realize long-term space explorations. ISRU relies on harnessing the regolith as a natural resource at exploration sites to make propellant fuels and life support consumables for astronauts and prepare repair tools and parts for robotic equipment and building materials in situ. The regolith particles are small, cohesive, and abrasive, hampering their handling in manned and unmanned ISRU processes. Mechanical and pneumatic handling techniques have been deployed in exploration missions so far, and such means have encountered some challenges, since small regolith particles easily get into a gap of mechanical drives, causing the malfunction, and production and use of liquid and gas are involved in difficulty in space environments. Therefore, my research centers on a development of new regolith handling technologies using electrostatic, magnetic, and vibration forces. Such systems have indispensable advantages for the space application, such as simple, small, and light designs and no necessity of using mechanical drives and pneumatic materials. In this seminar, I would like to introduce an overview on near- and distant- future plans of lunar exploration scenarios worldwide as well as the progress about the development of regolith handling technologies, contributing to ISRU missions.

2021年11月16日(火) 第207回 白眉セミナー

「ナノサイズ金属粒子における新規機能性物質開発」

草田 康平 特定准教授

【要旨】持続可能な循環型社会を実現する物質変換を可能とする触媒や、身の回りのデバイスを小型化する電子材料の開発などのため、物質を原子や分子のスケール ( $10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm}$  (ナノメートル)) で自在に制御する技術 (ナノテクノロジー) の重要性が益々高まっています。万物は様々な原子の組み合わせで出来ており、「化学」原子をコントロールして物質を創造できる学問です。

本セミナーでは、金属をナノサイズ化した粒子 (金属ナノ粒子) 一般的な合成法や特性の紹介に加え、私がこれまでに開発してきた新規な金属ナノ粒子とそれらを触媒として応用した研究例を紹介を通して、新たな応用展開など議論させていただきたいと考えています。

2021年11月16日(火) 第207回 白眉セミナー

「小惑星 Koarimatsu と 10月15日の木星表面衝突閃光」(オープニング・トーク)

有松 亘 特定助教

【要旨】2021年6月11日に国際天文学連合(IAU)によって小惑星のひとつに”Koarimatsu”と命名された件について報告する。

また2021年10月15日に京都大学吉田キャンパスに設置した観測装置を用いて、木星表面で発生した小天体による衝突閃光現象の発見に成功したことについて速報する。

2021年12月7日(火) 第208回 白眉セミナー

「(1)『“Fit for 55” - A sustainable approach to European climate policy?』,

(2)COP26 - A report from inside the global climate talks」

ルドルフ スヴェン 特定准教授

【要旨】(1)The European Union (EU) has been a leader both in international climate negotiations and domestic climate policy for many years. On July 14, 2021, the EU presented its new climate policy package “Fit for 55” in order to substantiate the 2019 EU Green Deal. The package names a set of policies that are supposed to help the EU achieve its mid- and long- term climate policy targets of reducing greenhouse gas emissions by 55% by 2030 compared to 1990 levels and becoming climate neutral by 2050. Particularly, the package proposes reforms and expansions of as well as supporting measures for well-established carbon pricing policies such as the EU Emissions Trading Scheme. But will this package really put Europe on a truly sustainable climate action pathway? In this week’s Hakubi Seminar I will introduce the “Fit for 55” package and its underlying EU Green Deal, describe in more detail the market-based approaches included in the proposal, and use methodologies developed during the last three years of my Hakubi project to evaluate the package. I will mainly argue that, while “Fit

for 55” is an innovative and, in global perspective, groundbreaking proposal, questions remain with respect to its sustainability and political feasibility.

(2) Glasgow, Scotland, Oct 30 - Nov 13, 2021. I was lucky enough to act as a Kyoto University delegate to the UNFCCC COP26, a.k.a. the global climate talks or simply “blah, blah, blah” (Greta Thunberg). But was it really only “blah, blah, blah”? The short talk provides some insights into the negotiations and its results but also sheds some light on the activities surrounding the actual meeting of the parties. Most importantly, however, the presentation provides photo footage of an event you would never envision being part of, a surrounding landscape you would never dream wandering through, and encounters with people you would never imagine meeting in person; overall, an experience you can, at best, expect once in a lifetime.

#### 2022年1月11日(火) 第209回 白眉セミナー

##### 「なぜ熱帯林はそんなに巨大なのか？リン欠乏ストレスと熱帯樹木の適応」

青柳 亮太 特定助教

【要旨】長い時間スケールで森はどのように変化するのだろうか？これは、森林生態学の最も主要な問いの一つです。現在広く受け入れられている理論によれば、光合成の必須元素であるリンが雨によって森林内部から少しずつ流れ出ていき、やがて地質学的スケールの時間（数百万年）が過ぎると樹木は強いリン欠乏に晒されます。これにより森林はバイオマスを維持することができなくなり、最終的にはクラッシュすると予測されています。ところが、熱帯雨林の大部分の場所では、土壌が極めて古くリンが少ないにもかかわらず、世界で最も巨大な森林が形成されています。私たちは「熱帯樹木が長い歴史を通して環境に適応してきたことにより、リン欠乏を克服し森林を維持している」と仮説をたて、この仮説の検証に挑んできました。このセミナーでは、熱帯林の生態やそこでのフィールドワークの様子、それから上記研究の内容についてお話したいと思います。

#### 2022年1月11日(火) 第209回 白眉セミナー

##### 「パリからクチャヘー天山南路でのフィールドワーク」（オープニング・トーク）

慶 昭蓉 特定准教授

【要旨】パリ留学以降、タリム盆地で実施してきたフィールドワーク、及びその共同研究の成果である『亀茲石窟題記』（上海：2020）について紹介する。2021年5月、本書は、フランス学士院の碑文・文芸アカデミーから、平山郁夫賞が授与された。同年6月、国際絲綢之路与跨文化交流研究中心(中国・杭州)によって、「2020 絲綢之路文化遺產十大学術成果」の一つに選出された。2021年11月26日に碑文・文芸アカデミーの年次総会に参加し、フランスの研究者とのさらなる交流を実現してくれた白眉センターに対して、心から感謝申し上げる。

#### 2022年1月25日(火) 第210回 白眉セミナー

「文理融合・一以貫之:二十世紀初頭の Julius Wiesner によるクチャ、コートン出土の古紙分析」  
慶 昭蓉 特定准教授

【要旨】このセミナーでは、Julius Wiesner (1838-1916 年、1898-1899 年にウィーン大学学長) による古代の紙の分析への貢献と、彼の理論的関心について紹介する。特に、A. F. R. Hoernle や M. A. Stein、その他の著名な研究者と行った学際的研究として、今日の中国・新疆ウイグル自治区のクチャやコートン周辺の様々な古代遺跡から出土した、古い紙片の調査における彼の先駆的な業績に焦点を当てる。私の調査によると、彼が鑑定したものには、有名な大英図書館所蔵のユダヤ・ペルシア語による書簡断片 Or. 8212/166 に加え、漢語やコートン語、その他の古代語で書かれたコートン出土のものが含まれている。19 世紀後半のリベラル・アーツにおける Wiesner の優れた教育は自明であるが、一般的に、彼の業績には、常にドイツ・オーストリアの学界が培った、緻密且つ実証主義的な精神が反映されている。彼は、植物生理学の巨匠の一人であるだけでなく、現代の学問領域としての中国における造紙史研究の創始者でもある。

また、このテーマを補う意味で、2017 年冬に、江南和幸教授と共に、大谷探検隊が新疆ウイグル自治区で収集した古代の紙片の中に、コットン繊維の痕跡を発見した経緯についても説明する。この発見は、20 世紀への変わり目に、Wiesner と彼の同僚である Joseph Karabacek (1845-1918 年、1899-1916 年にウィーン帝国図書館長) によって提唱された cotton paper についての理論を打破することとなった。

#### 2022年1月25日(火) 第210回 白眉セミナー

「すばる超広視野主焦点カメラと宇宙線シャワーとの出会い」(オープニング・トーク)

藤井 俊博 特定助教

#### 2022年2月1日(火) 第211回 白眉セミナー

「“合成”細胞生物学 - 生きた細胞内のタンパク質を「操る」 中村 秀樹 特定准教授

【要旨】合成生物学は、生物のシステムを「つくる」、あるいは思うがままに「操る」ことを通して生命を理解しようとする学問分野です。私は中でも、生きた細胞内のタンパク質の“動き”の役割に興味を持ち、タンパク質の“動き”を「操る」ことでその役割を理解することを目指して研究を進めてきました。今回のセミナーでは、その過程で開発したいくつかの技術について簡単にご説明し、白眉プロジェクトでのさらなる展開についてお話しします。また、並行して追究するその他の応用例や、現在進行中の新規技術開発についても少しお話ししたいと思います。

## 2022年2月15日(火) 第212回 白眉セミナー

### 「個体における細胞のクローン進化」

垣内 伸之 特定准教授

【要旨】多細胞生物であるヒトの体は絶え間ない細胞分裂によって恒常性が維持される一方で細胞はゲノムに変異を蓄積し続ける。これらの遺伝子変異を背景として細胞は必然的に自然選択の摂理に曝され、より環境に適応した細胞が選択され、そのような細胞によって体は再構築され続ける。がんに限らず慢性疾患を対象として、罹患臓器を構成する細胞に蓄積したゲノム・エピゲノム異常を検出し、進化の原理に基づいた解析を行うことで、病態の一端を解明することを目指す研究について紹介する。

## 2022年3月1日(火) 第213回 白眉セミナー

### 「小天体表面の宇宙環境における鉱物の進化を理解する。」

松本 徹 特定助教

【要旨】小惑星は、太陽系内に散らばる大気のない小天体であり、鉱物や氷、有機物で構成されます。これらは地球など惑星の材料物質であると考えられており、46億年前に誕生した太陽系の歴史を紐解く上で重要な天体です。天文観測によって小惑星の成分を推定する上での大きな問題は、小惑星の表面の色や化学組成が時間とともに変質することです。私は宇宙空間に曝された鉱物結晶の変化を、月や小惑星から回収した砂に注目して理解することを試みてきました。本セミナーでは、地球外物質の基礎的な知識や宇宙環境で特有にみられる結晶成長についてお話します。

## 2022年3月15日(火) 第214回 白眉セミナー

### 「有用分子の合成を可能にする化学反応の開発」

黒田 雄介 特定准教授

【要旨】我々の豊かな生活は有機化合物無しには成り立たない。有機化学の目的のひとつは、これら有用な化合物群の創出を可能にする化学反応を開発することである。本セミナーでは、有機化学の基礎的知識に触れながら私の研究内容を簡単に紹介する。

## 2. 白眉研究者の活動

### (1) 非常勤講師について

白眉研究者は、5年間の任期のあいだ研究活動に専念できる環境のもとで研究活動を推進することが期待されている。一方で、研究活動を通じた社会貢献あるいは教育への貢献も京都大学の教員として期待されるところである。白眉センターでは、このような観点から、白眉研究者に学内の受入部局での授業担当あるいは全学共通科目・ILASセミナーの提供を推奨するとともに、就業規則の許す範囲内で学外での非常勤講師等の兼業を認めている。

(2021年度に開講したILASセミナー) ※白眉センターが提供部局の科目のみ。

—KAMRANZAD, Bahareh

科目名：海洋再生可能エネルギー

一川中宣太、水本岬希

科目名：最新観測データの解析から学ぶ宇宙物理学

一中村栄太

科目名：音楽知能に情報学と物理学的手法で迫る

一藤原敬介

科目名：エスペラント語入門

## （２）教育活動と研究交流について

白眉研究者は、白眉センターに所属し、受入部局において研究活動に従事しているが、必要に応じて、国内外の研究組織に赴いて研究活動を実施することを可能としている。また、白眉プロジェクトでの、あるいは受入れ先での研究者交流を通じて、新しいアイデアで自身の研究活動を進めることが期待されている。上述の白眉セミナーの機会（月２回）だけでなく、もっと膝を突き合わせた議論の場が必要ということで、様々な研究交流の場を作った。

## （研究交流）

2022年4月15日（金） 白眉センター2021年度年次報告会

「環境変化と持続可能性」

国際科学イノベーション棟 シンポジウムホール

招待講演：国際研究開発法人 森林研究・整備機構 理事長 中静 徹氏「持続可能な社会システムにおける生態系の役割」

白眉研究者による講演： 潮 雅之「生物多様性モニタリングと時系列解析で探る生態系・社会の持続可能性」、馬場 弘樹「分譲マンションの老化と転生」、井上 恵美子「Climate Policy, Innovation and Growth: A New Strategy for Carbon Neutrality」、中村 栄太「統計学習と進化動力学に基づく文化的知能モデル構築に向けて」、張 哲維「Engineer the nature for coastal disaster reduction and resilience」

## （３）メディアによる白眉研究者の紹介記事

一檜山智美特定助教のインタビュー記事が『京都新聞』の「宗教をガクモンする」に掲載された。（2021年4月17日）

一鈴木俊貴特定助教がNHK総合の『ダーウィンが来た！』に出演した。（2021年5月23日）

一鈴木俊貴特定助教がBSプレミアム、『ワイルドライフ』に出演した。（2021年9月21日）

一東島沙弥佳特定助教が取材を受け、『読売新聞』に記事コメントが掲載された。（2021年11月21日）

一鈴木俊貴特定助教がEテレの『サイエンスZERO』出演した。（2021年12月5日）

一田原弘量特定准教授の研究が『読売新聞』に掲載された。（2022年1月21日）

#### IV. 2021 年度白眉研究者の活動実績

白眉研究者の研究活動については、採用期間中、個々の研究者の活動評価は行わないこととし、自由に研究に専念できる環境を提供している。一方、研究活動そのものについて、個々の研究者が1年の活動を振り返るとともに、当初の計画にそって（あるいはそれを柔軟に変更しつつ）研究が実施されたかを自己点検することは有意義である。そのため、白眉センターでは、毎年年度末に研究活動の報告に、自己点検評価を添えたものを「研究活動報告書」とし提出することを求めている。以下は、2021 年度在籍の第7～12 期白眉研究者 56 人から提出のあった報告書を、執筆者の姓の読みを五十音順に並べて収録したものである。各執筆者名には、採用期と採用職種を添えている。

なお、研究活動報告書の記入フォーマットは一般的な項目について記入する様式となっているが、末尾の「参考資料2」に収録されているので参照されたい。個々の白眉研究者から提出された報告書の中で「該当なし」等と回答された項目についてはここでは省略している。

●GL：グローバル型（従来型）

★TT：部局連携型（卓越研究員型）

青柳 亮太（あおやぎ りょうた）

●第12期 特定助教

白眉研究課題：樹木群集組成の超広域時系列情報を用いた植生レジームシフトの閾値解析

##### 2021 年度の研究計画と活動

本研究プロジェクトは、(1)熱帯林の超広域継続モニタリングシステムを構築し、(2)そこから得られるビックデータを用いて伐採など人為攪乱とその後の森林回復との関係を解明することを目的とする。今年度は、解析を行うための環境構築、共同研究者との調整を行い、次年度以降研究を進めるための準備を行なった。特に2022年3月の日本生態学会大会では、熱帯林についてのシンポジウムを主催し、ヨーロッパ・インドネシアなど国内外の研究者を招待し、今後の共同研究を模索した。また、このシンポジウムを通して、若手の研究者・学生に熱帯林の面白さを伝えることも目的とした。コロナウイルスの影響によって渡航が制限され、学生がキャリアの初期に熱帯林に触れる機会が失われている。このような中で熱帯林生態学の面白さを伝えるため、シンプルな問題（熱帯林の生態的特徴は？人の攪乱に対して生態系が回復しうるのか？）を設定し、講演者全員が問題を共有し発表できるように調整した。今後さらに熱帯林研究のネットワークを広めていく努力をしていきたい。

また、衛星を用いて森林をモニタリングする技術について予備解析を行なった。具体的には、Google Earth Engine を用いた衛星画像の標準化コードの開発を進めた。次年度これらを用いて熱帯林継続モニタリング手法に関する論文としてまとめる。一方、熱帯林の人為攪乱への応答を解明するためには、樹木が自然史の中でどのように熱帯環境（特に貧栄養な土壌）に適応してきたのかを理解することが必要である。この課題について、熱帯林の貧栄養土壌への適応に関するレビュー論文（投稿中）、熱帯樹木の繁殖と資源利用効率の関係（投稿中）、貧栄養適応した樹木の成長や死亡に関する論文（共同研究者との最終調整中）を執筆・投稿を進めている。

##### 2021 年度の競争的研究資金

###### 研究代表者として

種別：学術振興会特別研究員(PD)奨励費

課題：熱帯樹木のリン欠乏への適応と生態系への波及効果

研究期間：2019年4月-2022年3月

研究費：期間総額 3,000 千円

###### 研究分担者として

種別：国際共同研究加速 基金・国際共同研究 強化(B)

課題：光競争と攪乱から捉える新熱帯と旧熱帯の森林構造の違いの解明

代表：小野田雄介

研究期間：2019年10月-2023年3月（予定）

研究費：期間総額 1,500 千円（配分額）

## 2021 年度の研究成果

### Journal articles

- Taiki Mori, Ryosuke Nakamura, Ryota Aoyagi, 2021, Risk of misinterpreting the Tea Bag Index: Field observations and a random simulation, Ecological Research, Early view, [10.1111/1440-1703.12304](https://doi.org/10.1111/1440-1703.12304)
- Sakiko Yano, Ryota Aoyagi, Shogoro Fujiki, John B. Sugau, Joan Teresa Pereira, Kanehiro Kitayama, 2021, Effects of logging on landscape-level tree diversity across an elevational gradient in Bornean tropical forests, Global Ecology and Conservation 29, e01739. [10.1016/j.gecco.2021.e01739](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01739)
- Taiki Mori, Ryota Aoyagi, Kanehiro Kitayama, Jiangming Mo, 2021, Does the ratio of  $\beta$ -1,4-glucosidase to  $\beta$ -1,4-N-acetylglucosaminidase indicate the relative resource allocation of soil microbes to C and N acquisition? Soil Biology and Biochemistry, 160, 108363. [10.1016/j.soilbio.2021.108363](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108363)
- Ryosuke Nakamura, Nobuo Imai, Ryota Aoyagi, Kanehiro Kitayama, Kaoru Kitajima 2021, Litterfall silicon flux in relation to vegetation differences in old-growth and logged lowland forests in Borneo, Ecological Research, 36, 892-900. [10.1111/1440-1703.12253](https://doi.org/10.1111/1440-1703.12253)
- Kazuki Miyamoto, Shin-ichiro Aiba, Ryota Aoyagi, Reuben Nilus, 2021, Effects of El Niño drought on tree mortality and growth across forest types at different elevations in Borneo. Forest Ecology and Management, 490, 119096. [10.1016/j.foreco.2021.119096](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119096)

### Symposium organizer

- 生態学会 2022 年 3 月 19 日シンポジウム企画 (代表)「劣化した東南アジア熱帯降雨林の生態とレジリエンス」青柳亮太、北山兼弘  
<https://www.esj.ne.jp/meeting//abst/69/S25.html>  
本集会において、企画・発表・司会・総括を担当。

## 2021 年度の受賞・表彰等

- 生態学会ポスターセッション植物群落部門 優秀賞受賞  
芝里万杜, 澤田佳美, 青柳亮太, 北山兼弘、石灰岩地質に成立する山地二次林の植生組成と土壤栄養塩利用の特徴

## 2021 年度の教育への貢献

京都大学農学研究科森林生態学研究室の大学四回生、大学院生の指導に貢献した。内容は、フィールド調査、化学実験、データ解析、論文執筆の指導など。本年度生態学会でのポスター賞受賞は、指導した学部生の研究成果である。また、東南アジアで森林回復を阻害する要因の一つであるシダの分布探索(Takeshige et al. submitted)、強度伐採を受けた森林の回復過程(Takeshige et al. in prep)、熱帯高標高域での森林動態(Qin et al. in prep)に関する論文が投稿中 or 準備中。さらに、研究室の大学院生・特に興味のある学部生を招待し、授業ではほとんど触れられない、熱帯林における持続的森林管理に関するセミナーを実施した。

## 2021 年度の学界等への貢献

- 生態学会 2022 年大会での英語口頭発表賞部会の運営。当日(2022 年 3 月 14 日)は Ecosystem Management セッションの司会進行を担当。
- 研究コミュニティ Maibo (植生調査を研究手法として用いている研究者のコミュニティ)の運営。発起人の飯田佳子博士(森林総合研究所)をはじめ 6 人で共同運営。さらに、Maibo では、毎木データの解析を得意とする研究者を招いてセミナーを実施しており、本年度は合計 8 回開催した(全てオンライン)。内 2 回のオーガナイザー・司会を担当し、相場慎一郎教授(北海道大学, 2021 年 4 月 14 日)、今井伸夫准教授(東京農業大学, 2022 年 1 月 13 日)にご講演いただいた。

## 白眉研究課題：ダークマターの正体を解明する実験研究—前人未到の質量領域を拓く

## 2021 年度の研究計画と活動

わたしは宇宙の大部分を構成するダークマターの正体を解明するために、地上でのダークマター検出を目論む実験をおこなっている。本研究でターゲットとしているダークマターは、微弱な光に転換するようなタイプのダークマターである。ダークマターの質量は未知であるが、その質量に一对一対応するように転換光の周波数は決まる。誰にも探索されていない 10~300 GHz の転換光周波数に対応する質量のダークマターを広く探索することを、本研究の目的としている。

昨年度から 18~26.5 GHz の光を検出できる受信機の開発を進めており、今年度ついに受信機が完成した。さらに 18~26.5 GHz でのダークマター探索測定をおこない、そこで得られたデータを解析した。その結果、残念ながらダークマターらしき信号は見つからなかったものの、この周波数帯域付近で今までにない高い感度での探索となった。現在はこの結果を学術論文にまとめており、来年度に投稿する予定である。

本研究で最終的に目標とするのは 10~300 GHz の広い周波数帯域で探索することであり、まだまだ探索の余地がある。現在用いている受信機では 26.5 GHz までの信号しか測定できないので、さらに高い周波数を測定するには受信機のアップグレードが必要である。現在利用している受信機では HEMT アンプと呼ばれるタイプの低ノイズ信号増幅器を利用しているが、これは 100 GHz を超える高周波数ではノイズが大きくなることが知られている。これを打破するために、超伝導デバイス「SIS mixer」を導入する準備を始めた。このデバイスは高周波の光を 10 GHz 以下の低周波に低ノイズに変換することができる。SIS mixer に詳しい電波望遠鏡の研究者に協力を仰ぎ、来年度から実際に SIS mixer を借りられることとなった。来年度は京都大学で SIS mixer を用いた 200 GHz 付近の光を測定できる受信機のプロトタイプを開発する予定である。

## 2021 年度の競争的研究資金

- 科研費 若手研究, 「ミリ波分光器を用いた暗黒光子探索—前人未踏の質量領域を切り開く」, 研究代表者, 2020-2022 年度, 320 万円
- 科研費 新学術領域研究 (研究領域提案型), 「電波吸収材で極めるニュートリノ実験—冷やせる、貼れる、とにかく黒い!」, 研究代表者, 2021-2022 年度, 180 万円
- 科研費 基盤研究 (B), 「CMB 異方性の観測技術を応用した超軽量ダークマターの探索研究—方向感度を有す実験」, 研究分担者, 2021-2025 年度, 150 万円

## 2021 年度の研究成果

## 査読あり論文

- T. Otsuka, S. Adachi, M. Hattori, Y. Sakurai, O. Tajima, “Material survey for a millimeter-wave absorber using a 3D-printed mold,” *Applied Optics*, **60**, 25, pp. 7678–7685 (2020)

## 白眉研究課題：静電気力・磁気力を利用した月・火星レゴリス粒子ハンドリング技術の開発

## 2021 年度の研究計画と活動

本年度は、①振動するパイプのみを利用して月・火星レゴリス粒子を垂直に搬送する垂直振動粉体ポンプシステムと、②静電気力を利用して月・火星レゴリス粒子を除去する静電除塵技術に関する研究を行った。垂直振動粉体ポンプシステムについては、前年度までの所属先で実施した内容について成果をまとめて、その学会発表と論文発表を行った。さらに、本学においても複数の振動パイプを利用した新しいシステムを開発し、その基礎特性を確認した。来年度は新しいシステムの各種振動条件と粒子の機械的特性が搬送性能に及ぼす影響について、詳細に調査を行う予定である。また、本研究について JAXA との共同研究を開始しており、将来の月探査への応用に向けての研究開発も行う。静電除塵技術については、除去が難しい小粒径粒子のクリーニングについて、静電気力と振動との組み合わせを利用することに着目し、その相互作用が除去性能

に及ぼす影響について調査した。特に、粒子の付着面に対してせん断方向の振動を与えることで粒子の付着力を減少させて、除去性能が向上することを確認した。本年度は各種パラメータを個々に調整可能な実験システムが構築できたので、来年度はそれを使用して、主要パラメータの影響についてさらに調査を行う予定である。本年度は、研究のスタートとして基本的な研究環境・実験装置の準備を完了することができた。来年度以降は基礎研究を行うとともに、国内外の宇宙研究機関と協力しながら応用面でも研究に取り組む。

#### 2021 年度の競争的研究資金

1. 科学研究費助成事業 研究活動スタート支援，月面の土壌粒子資源を活用するための垂直振動粉体ポンプシステム，研究代表者，2021 年度-2022 年度，本年度 1,560 千円
2. 卓越研究員事業，研究費・研究環境整備費，研究代表者，2021 年度-2024 年度，本年度 10,000 千円

#### 2021 年度の研究成果

##### 学術論文

1. Weiqi Shen, Tomoko Hirayama, Naoki Yamashita, Masato Adachi, Tadashi Oshio, Hideo Tsuneoka, Kazuo Tagawa, Kazuhiro Yagishita, “Relationship between interfacial adsorption of additive molecules and reduction of friction coefficient in the organic friction modifiers-ZDDP combinations.” *Tribology International*, Elsevier, Vol. 167, 107365, 2022 年 3 月
2. Hiroyuki Kawamoto, Keita Kubo, Ryo Kikumiya, Masato Adachi, “Vertical Transportation of Lunar Regolith and Ice Particles Using Vibrating Tube.” *Journal of Aerospace Engineering*, American Society of Civil Engineers, Vol. 24, 6, 2021 年 11 月

##### 国際会議 Proceedings

1. Masato Adachi, Patricia Sophie Schneider, and Matthias Sperl, “Dynamical Properties of Granular Vibration Pumping for ISRU.” 33rd International Symposium on Space Technology and Science, The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Virtual Conference, 2022-k-15, 2022 年 3 月 1 日
2. Peidong Yu, Matthias Schröter, Masato Adachi, Matthias Sperl, “Magnetically Heated Granular Gas in a Low-Gravity Environment.” *Powders and Grains 2021*, AEMMG, Virtual Conference, 04002, 2021 年 7 月 21 日

#### 2021 年度の教育への貢献

1. 機械製作実習（機），前期
2. 機械システム工学実験 3（機），前期
3. 機械システム学セミナー（機），後期
4. 機械システム工学実験 3（機），後期

#### 2021 年度の社会的貢献

1. 講演，第 7 回早稲田大学航空宇宙シンポジウム，“宇宙開発の鍵となる月・火星レゴリス利用に関する技術開発動向と関連するキャリアパスについて”，2021 年 9 月 27 日

天野 恭子（あまの きょうこ）

●第 8 期 特定准教授

白眉研究課題：古代インド祭式文献の言語および社会的・文化的成立背景の研究

#### 2021 年度の研究計画と活動

古代インド祭式文献の一つ、マイトラーヤニー・サンヒターが主な研究対象である。同文献の原典校訂および翻訳という基礎研究に加え、語彙や言語現象の分布を調べることによって、同文献の成立過程と、その背景となる社会の変化を考察することを目的としている。

基礎研究については、ポスドク研究者による補助を得て、マイトラーヤニー・サンヒター全 4 巻のすべての写本（計 33 本）の読解が完了した。これをもって、校訂と翻訳を完成させる基礎ができ、それに伴い批判校訂本と翻訳・注釈（いずれもドイツ語）の作成を進めている。

マイトラヤニー・サンヒターの成立過程の考察のため、情報科学の手法を導入するべく昨年始動した2つのプロジェクトを、本年度もさらに進めた。1つは科研費（挑戦的萌芽研究）の「古代インド文献成立過程解明に向けた文体計量分析のためのデータベース構築」であり、チューリヒ大学 Oliver Hellwig の協力を得て2020年度に構築した、サンスクリット語の自動解析プログラム運用とデータ作成のシステムを用いて、マイトラヤニー・サンヒターの文法解析付きデータの作成を進めている。専門のボストク研究者が解析のチェックと訂正を担当し作成を進め、下のプロジェクトの分析・可視化へと研究を進めることができた。

もう1つのプロジェクトというのは上記プロジェクトを包含するより大きな枠組みの学際的共同研究で、京都大学学術情報メディアセンター夏川浩明講師を共同研究者とする「データ駆動型科学が解き明かす古代インド文献の時空間的特徴」（学内ファンド SPIRITS2020-2021）である。マイトラヤニー・サンヒターをはじめとする古代インド文献の言語的特徴を情報科学の手法を用いて抽出、比較し、文献間の時間的・空間的関係を推測し、データ可視化の技術を用いて表現することを目的とし研究を進めてきたが、分析データ試作の段階を経て、また、上記のデータベース構築の成果を用いて、一定の研究成果を発表できるまでに至った。2021年9月の可視化情報シンポジウムでの発表が、本プロジェクトの成果の初めての外部機関での発表となった。2022年2月には成果を取りまとめ、次の研究への展望を議論すべく、ワークショップ “Ancient India meets Data-Science” を開催し、11カ国から110名の参加を得た。本プロジェクトで具体化できた研究の構想を基に、後継プロジェクト「ヴェーダ文献における言語層の考察とそれを利用した文献年代推定プログラムの開発」（国際共同研究強化(B))を2021年度中に始動させることができ、今後2026年度まで継続して Oliver Hellwig と共に国際共同研究を行う。

## 2021年度の競争的研究資金

- ・科学研究費補助金（基盤研究B）「マイトラヤニー・サンヒター研究の基礎資料（校訂本・翻訳）の完全整備」研究代表者：天野恭子、研究分担者：伊澤敦子、2019年度～2023年度。2021年度直接経費、1,250,000円。

- ・科学研究費基金（挑戦的研究、萌芽）「古代インド文献成立過程解明に向けた文体計量分析のためのデータベース構築」研究代表者：天野恭子、2020年度～2022年度。2021年度直接経費1,400,000円。

- ・科学研究費基金（国際共同研究加速基金：国際共同強化（B））「ヴェーダ文献における言語層の考察とそれを利用した文献年代推定プログラムの開発」研究代表者：天野恭子、研究分担者：夏川浩明、宮川創、2021年度～2026年度。2021年度直接経費、200,000円。

- ・SPIRITS「データ駆動型科学が解き明かす古代インド文献の時空間的特徴」研究代表者：天野恭子、2020年度～2021年度。2021年度経費：A経費1,380,000円、B経費1,200,000円。

- ・京都大学人文科学研究所、共同研究拠点、国際研究ミーティング助成。100,000円。

## 2021年度の研究成果

[論文]

- － 天野恭子、夏川浩明「古代インド文献の文献間影響関係の可視化」可視化情報シンポジウム2021 講演論文集（講演日2021/9/10）。

- － Amano, Kyoko “Is Indra a Sun God?” *Journal of Indian and Buddhist Studies* vol. 70, No. 3, March 2022. (印刷中)

- － Amano, Kyoko “Influence of the Atharvaveda on Rituals in the Maitrāyaṇī Saṃhitā.” *Proceedings of “The Atharvaveda and its South Asian Contexts: 3rd Zurich International Conference on Indian Literature and Philosophy (ZICILP). University of Zurich, 27 September 2019.”* (印刷中)

- － Amano, Kyoko “*etad vā eṣābhyānūktā* in the Maitrāyaṇī Saṃhitā . The Beginning of Didactical Verse Embedded in Narrative Prose.” *Journal of Indological Studies* vols. 32, 2022. (印刷中)

[口頭発表、講演]

- － 「古代インド文献の文献間影響関係の可視化」可視化情報シンポジウム 2021. 2021/9/10. オンライン開催。

- － “Historical Background of the Formation of the Vedas in Ancient India as Deciphered from the Visualization of the Influential Relations among the Vedic Texts.” KUDH International Conference: Digital Transformation in the Humanities. 2021/10/23. オンライン開催。

イン開催。

－「インドラは太陽神か？ 黒ヤジュルヴェーダ・サンヒターにおける思想潮流の多重性」日本印度学仏教学会第72回学術大会。2021/9/4. オンライン開催。

－「Maitrāyaṇī Saṁhitā IV 14 (kāmya-paśu のための ṛc) と Ṛgveda I 卷」2021年度インド思想史学会。2021/12/25. オンライン開催。

－“The Result of the Two-Year SPIRITS Project and Our Vision for the Next Research.” 国際ワークショップ “Ancient India meets Data-Science”. 2022/2/11. オンライン開催。

－「動物犠牲祭の前献供を彩るアープリー讃歌「喜びの歌」－信仰、歴史、言語の観点から－」ブラフマニズムとヒンドゥイズム第8回シンポジウム。2022/3/4. オンライン開催。

[シンポジウム開催]

Ancient India meets Data-Science「古代インドとデータサイエンス」SPIRITS プロジェクト「データ駆動型科学が解き明かす古代インド文献の時空間的特徴」第2回（最終）ワークショップ、国際共同研究「ヴェーダ文献における言語層の考察とそれを利用した文献年代推定プログラムの開発」のキックオフを兼ねて。2022/2/11. 主催：京都大学研究支援 SPIRITS:「知の越境」融合チーム研究プログラム 2020-2021「データ駆動型科学が解き明かす古代インド文献の時空間的特徴」（天野恭子、夏川浩明、Oliver Hellwig、京極祐希）、国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))2021-2026「ヴェーダ文献における言語層の考察とそれを利用した文献年代推定プログラムの開発」（研究代表者：天野恭子、課題番号：21KK0004）；共催：京都大学学術情報メディアセンター、天野恭子白眉プロジェクト「古代インド祭式文献の言語および社会的・文化的成立背景の研究」、科研費挑戦的研究(萌芽)2020-2022「古代インド文献成立過程解明に向けた文体計量分析のためのデータベース構築」（研究代表者：天野恭子、20K20697）、京都大学人文科学研究所共同研究拠点国際研究ミーティング助成。

## 2021 年度の教育への貢献

[前期]

「サンスクリット文献史（ヴェーダ文献）」京都大学文学部、共通科目。

「ヴェーダ祭式文献研究」京都大学文学部、インド古典学特殊講義。

[後期]

「サンスクリット初級演習（初期サンスクリット[ヴェーダ語]）」、京都大学文学部、インド古典学講義。

## 2021 年度の学界等への貢献

インド思想史学会、評議員、理事。

## 2021 年度の社会的貢献

[一般公開講演会の企画・開催]

一般公開講座「仏教とその源流」：川崎大師京都別院笠原寺にて、おおよそ隔月に講師を招き、仏教や宗教についての幅広い講演を一般聴衆向けに行う。2021年度は、4月、6月、10月、11月に開催した。2022年度も引き続き開催する。

[一般公開講演]

2021/6/27「火と祈りーインド最古の儀礼ー」一般公開講座「仏教とその源流」第3回講演会、川崎大師京都別院笠原寺。

有松 亘（ありまつ こう）

●第11期 特定助教

## 白眉研究課題：影と閃光の動画観測が拓く惑星系の新たな地平

### 2021 年度の研究計画と活動

2021年度は夏季に沖縄離島域にて、広視野動画観測システム(OASES 観測システム)を用いた恒星掩蔽モニタ観測の実行を計画していた。しかし実際には covid-19 禍による移動制限などの影響を受けたため、沖縄での長期間のモニタ観測の実行はキャンセルし、代替として観測サイトの調査、および OASES 観測システムの動作テストを目的とした試験観測などを実行した。

この OASES 観測システムの動作テストの一環として、OASES の架台、制御部に小口径望遠鏡鏡

筒を搭載し、試験観測を主目的として動画観測に特化した観測システム、Planetary Observation Camera for Optical Transient Surveys (PONCOTS)を開発した。PONCOTS 観測システムは OASES と比較すると有効視野は小さいが、ダイクロイックミラーを用いて可視多波長同時動画撮像ができることから、特定の天体の詳細な動画観測に有用なシステムとなっている。これは当初から計画にあったスーパフレアの観測を念頭に置いたシステムでもある。この PONCOTS 観測システムを京都大学吉田キャンパス理学 4 号館屋上に設置し、木星のモニタ観測を実行した。木星表面ではごく稀に未知の小天体が衝突し、その瞬間に発生する閃光が観測されてきた。しかし木星閃光現象は未知の天体によって引き起こされるため事前予測が困難で、かつ継続時間が数秒未満である短時間現象である。このためこれまで発見された木星閃光現象は偶然観測されたもののみで、正確な閃光の発光エネルギーや分光特性などは未解明であった。

2021 年 10 月 15 日、木星表面で閃光現象が発生し、PONCOTS 観測システムを用いた木星モニタ観測中に発見された。閃光検出に特化した観測装置で木星衝突閃光の検出に成功したのは、本例が史上初である。また、本検出では閃光の 3 波長同時観測に成功したが、これも史上初の成果となる。これらの観測結果から閃光の波長依存性や発光の総エネルギー、さらには衝突天体の質量やサイズなどについてかつてない精度で観測的制約を得ることに成功している。本観測結果に関する論文を執筆し、現在投稿準備中である。

上記の PONCOTS による木星閃光観測のほかにも、2021 年 10 月には石垣島天文台むりかぶし望遠鏡を用いた 29P/Schwassmann-Wachmann 第 1 彗星による恒星掩蔽観測も実施した。

### 2021 年度の競争的研究資金

・日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 B, 『オールトの雲へ: 小望遠鏡群で拓く太陽系のさいはて』, 代表: 有松亘, 2018-2021, 9,490 千円

### 2021 年度の研究成果

[Journal article]

・Jiang, Ji-an, Arimatsu Ko, et al. Discovery of the Fastest Early Optical Emission from Overluminous SN Ia 2020hvf: A Thermonuclear Explosion within a Dense Circumstellar Environment. The Astrophysical Journal Letters, Volume 923, Issue 1, id.L8, 14 pp., 2021

[Invited lectures]

・有松亘 “掩蔽を観測すると何がおもしろいのか”, 掩蔽観測ワークショップ、2021 年 12 月

### 2021 年度を受賞・表彰等

・国際天文学連合 (IAU) により小惑星に Koarimatsu と命名、2021 年 6 月 11 日

安藤 裕一郎 (あんどう ゆういちろう)

★第 7 期 特定准教授

### 白眉研究課題: 半導体スピントロニクスへの創製

#### 2021 年度の研究計画と活動

シリコンスピントロニクスにおいて強磁性体とシリコンの界面抵抗は極めて重要なパラメータである。界面抵抗が高すぎても低すぎてもデバイス性能の低下に繋がるため、精密な制御が必要となる。現状では界面抵抗が 3 桁程度高すぎる状況にあり、大幅に低減する必要がある。そのためには強磁性体の仕事関数 (フェルミレベルと真空準位のエネルギー差) を大幅に低減することが有効であるが、スピン注入・検出源として使用できる材料は室温で強磁性を示す材料に限定されており、元素の選択肢は極めて少ない。そのような背景のもと、我々は強磁性物質である鉄 (Fe) に低温では強磁性を示すガドリニウム (Gd) を添加した強磁性体においてシリコンとオーミックコンタクトを形成することを発見した。これにより界面抵抗は大幅に低減することができるが、この界面抵抗の低減に合わせてチャネル長も短くする必要がある。具体的には 100nm 以下のチャネル長にする必要があるが、現状のソース・チャネル・ドレインが横に並んだ横型デバイス構造ではこのような短チャネル化は困難である。本年度はこの問題を解決する為、ソース・ドレインが極薄チャネルに対向した構造である縦型デバイスの作製を行った。

100nm 厚の SOI (silicon on insulator) 基板を用い、上部に強磁性体膜を成膜した後、基板接合技術を用いて別途用意した支持基板に基板接合を行った。その後 SOI 基板の裏面側から選

択的エッチングを繰り返し SOI 層の露呈し、その上に強磁性体を成膜することにより、強磁性体/Si/強磁性体エピタキシャル構造を作製した。微細加工を行い、スピン輸送特性を評価したところ、室温で明瞭なスピン依存抵抗を検出することに成功した。本手法の最大の強みは、初期の SOI 基板の SOI 層を CMP 等で薄膜化するだけで 5nm 程度チャネル長まで実現できる点である。今後、このような極短デバイスの作製を行っていく予定である。

#### 2021 年度の競争的研究資金

(1) JST 戦略的創造研究推進事業さきがけ、シリコン中の電子スピンを用いた論理演算素子の創成，研究代表者，(2020 年度-2023 年度)，4,000 万円

(2) JST 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP (育成型)，縦型シリコンスピンデバイスの開発，研究代表者，(2020 年度-2022 年度)，3,745 万円

(3) JST 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP (トライアウト)，シリコンを用いたスピン論理演算プラットフォームの創成，研究代表者，(2020 年度-2021 年度)，299 万円

(4) 科学研究費補助金 (基盤研究(B))「シリコンへの新スピン機能の付加と革新的スピンデバイスの創製」研究代表者 (2019 年度-2021 年度)，1,390 万円

(5) 科学研究費補助金 (基盤研究(B))「補助書込 SOT 法による高速低消費磁化反転技術の開発とデバイス応用」研究分担者 (2020 年度-2024 年度)，1,380 万円

#### 2021 年度の研究成果

(1) S. Mae, R. Ohshima, E. Shigematsu, Y. Ando, T. Shinjo and M. Shiraishi

"Influence of adjacent metal films on magnon propagation in Y3Fe5O12"

Physical Review B **105**, 104415 (2022).

(2) S. Gupta, R. Ohshima, Y. Ando, T. Endo, Y. Miyata and M. Shiraishi

"Electrical transport properties of atomically thin WSe2 using perpendicular magnetic anisotropy metal contacts"

Applied Physics Letters **120**, 013102 (2022).

(3) R. Ohshima, Y. Kohsaka, Y. Ando, T. Shinjo and M. Shiraishi

"Modulation of spin-torque ferromagnetic resonance with a nanometer-thick platinum by ionic gating"

Scientific Reports **11**, 21779 (2021).

(4) M. Aoki, E. Shigematsu, R. Ohshima, T. Shinjo, M. Shiraishi and Y. Ando

"Coexistence of low-frequency spin-torque ferromagnetic resonance and unidirectional spin Hall magnetoresistance"

Physical Review B **104**, 094401 (2021).

(5) K. Ohnishi, S. Gupta, S. Kasahara, Y. Kasahara, Y. Matsuda, E. Shigematsu, R. Ohshima, Y. Ando and M. Shiraishi

"Observation of a superconducting state of a topological superconductor candidate FeTe<sub>0.6</sub>Se<sub>0.4</sub> equipping ferromagnetic electrodes with perpendicular magnetic anisotropy"

Applied Physics Express **14**, 093002 (2021).

(6) S. Lee, H. Koike, M. Goto, S. Miwa, Y. Suzuki, N. Yamashita, R. Ohshima, E. Shigematsu, Y. Ando and M. Shiraishi

"Synthetic Rashba spin-orbit system using a silicon metal-oxide semiconductor"

Nature Materials **20**, 1228 (2021).

(7) N. Yamashita, S. Lee, R. Ohshima, E. Shigematsu, H. Koike, Y. Suzuki, S. Miwa, M. Goto, Y. Ando and M. Shiraishi

"Investigation of the thermal tolerance of silicon-based lateral spin valves"  
Scientific Reports **11**, 10583 (2021).

(8) E. Shigematsu, L. Liensberger, M. Weiler, R. Ohshima, Y. Ando, T. Shinjo, H. Huebl and M. Shiraishi

"Spin to charge conversion in Si/Cu/ferromagnet systems investigated by ac inductive measurements"

Physical Review B **103**, 094430 (2021).

(9) S. Gupta, F. Rortais, R. Ohshima, Y. Ando, T. Endo, Y. Miyata and M. Shiraishi

"Approaching barrier-free contacts to monolayer MoS<sub>2</sub> employing [Co/Pt] multilayer electrodes"

NPG Asia Materials **13**, 13 (2021).

(10) M. Aoki, E. Shigematsu, M. Masayuki, R. Ohshima, S. Honda, T. Shinjo, M. Shiraishi and Y. Ando

"Enhancement of low-frequency spin-orbit-torque ferromagnetic resonance signals by frequency tuning observed in Pt/Py, Pt/Co, and Pt/Fe bilayers"

AIP Advances **11**, 025206 (2021).

(11) L. Leiva, S. Granville, Y. Zhang, S. Dushenko, E. Shigematsu, T. Shinjo, R. Ohshima, Y. Ando and M. Shiraishi

"Giant spin Hall angle in the Heusler alloy Weyl ferromagnet Co<sub>2</sub>MnGa"

Physical Review B (Letter) **103**, L041114 (2021).

#### 2021 年度の特許等の出願・取得

・ 出願中 特願 2022- 32665 「強磁性材料と半導体材料との接合構造および半導体スピン素子」 山下尚人, 安藤裕一郎, 重松英

#### 2021 年度の教育への貢献

・ 京都大学工学部電気電子工学科 電気電子工学実験 「半導体の光学的特性」担当  
・ 関西大学システム理工学部 非常勤講師 「物理を学ぶ(力学1)」, 「物理を学ぶ(力学2)」, 「物理学・応用物理学実験論A, B」および「物理学・応用物理学実験A, B」担当

#### 2021 年度の学界等への貢献

(社) 応用物理学会, シリサイド系半導体と関連物質研究会, 幹事  
(社) 応用物理学会, スピントロニクス研究会, 大分類 10 代表, 10.2 プログラム委員

井内 真帆 (いうち まほ)

●第 12 期 特定准教授

白眉研究課題：チベット文化圏の基盤解明のための総合的研究ー中世チベット仏教伝播後期についてー

#### 2021 年度の研究計画と活動

本研究は、A. チベット仏教の諸宗派の源とされるカダム派の台頭と発展から見る中世チベット史に関する文献学的研究、B. チベット語文献を取り巻く現状に関する研究、の二項目があるが、2021 年度も引き続き新型コロナウイルス感染拡大の影響により、予定していた現地チベット自治区及び青海省でのフィールド調査、Buddhist Digital Resource Center (MA, USA) など研究協力を依頼する研究機関への渡航を行うことができなかったため、項目 A の文献研究に重点を置いて進めた。

項目 A で扱う文献は、チベット文化圏の中の異なる地域から発見された同時代 (9 世紀から 13 世紀) の新資料であり、文献群 1：ダライラマ 5 世 (1617-1682) の秘蔵書、文献群 2：カラホト (Khara-khoto, 黒水城) 出土のチベット語文献、文献群 3：ネパールとの国境付近から発見されたプリ (Phu ri) 文献、文献群 4：ポタラ宮殿所蔵の写本文献、の 4 つである。2021 年度に行ったことは、この中から特に、文献群 1 に含まれる『ラディン寺史』(*rgyal ba'i dben gnas rwa*

*sgreng gi bshad pa nyi ma'i 'od zer*, 1299 年成立) の写本のクンイク (skun yig) と呼ばれる草書体で書かれた写本の中に見られるチベット文字の省略文字について、写本から画像データを取り出し、さらに省略する前の綴りやワイリー表記等を加えたデータを構築した。また同じく、以前に日本語訳をして未発表であった文献群 1 及び文献群 4 に含まれる『リンチェンサンポ伝』(*byang chub sems dpa' lo tstsha ba rin chen bzang po' i' khrungs rab dka' spyad sgron ma rnam thar shel phreng lu gu rgyud*, 11 世紀末頃成立) の翻訳と註釈を再度見直して完成させ、前半部分を学術雑誌に投稿した。

なお、2021 年度は現地でのフィールド調査と関係の研究機関への渡航を行うことはできなかったが、来年度以降、渡航が可能になった際にすぐに調査研究に取りかかるため、常時、オンラインでの情報収集や関係の研究者との連絡や情報交換を行ない、準備をしている。

## 2021 年度の競争的研究資金

- (1) 日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (C)「新出文献に基づく中世チベット仏教伝播後期における空白期間の総合的解析」研究代表者, 2019 年度～2023 年度, 1,300 千円。
- (2) 日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (B)「西チベットにおける古チベット語碑文の総合的研究ー岩石碑文の歴史的意義の再検討ー」研究分担者, 2020 年度～2024 年度, 450 千円 (2020 年度)
- (3) 日本学術振興会 科学研究費助成事業 特別研究員奨励費「中世チベット仏教伝播後期の基本文献となるチベット語写本の研究」研究代表者, 2021 年度, 1,040 千円。

## 2021 年度の研究成果

- (1) 井内真帆「寺院史 (デンラプ gdan rabs) ーチベット語文献のジャンルについての研究ー」第 72 回日本印度学仏教学会, Zoom, 2021 年 7 月。
- (2) 井内真帆「寺院史 (デンラプ gdan rabs) ーチベット語文献のジャンルについての研究ー」『印度学仏教学研究』70-1, 161-166, 2021 年 12 月。
- (3) 井内真帆「キタンパ・イエシエーペル著「リンチェンサンポ伝」中本の和訳 (一)」『仏教学セミナー』114, 1-21, 2021 年 12 月。

## 2021 年度の社会的貢献

- (1) 井内真帆「ヒマラヤ世界のウチとソト」人文研アカデミー (『チベットの歴史と社会』出版記念セミナー), Zoom, 2021 年 4 月。
- (2) 井内真帆「後伝初期におけるロツァワとパンディタの往来」フィールドネット・ラウンジ企画セミナー, Zoom, 2021 年 2 月。

池田 華子 (いけだ はなこ)

★第 10 期 特定准教授

## 白眉研究課題：網膜における脂質代謝に着目した難治眼疾患の治療法開発

### 2021 年度の研究計画と活動

中途失明の主因である眼難治疾患には、網膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 内における脂質代謝の異常が関わるものがあることが分かっている。網膜はドコサヘキサエン酸 (DHA) が人体で最も豊富に含まれる組織であり、RPE は網膜の主要な細胞である視細胞を食食し、脂質をリサイクルして網膜に供給する役割を持つため、脂質代謝の非常に盛んな組織の一つである。本研究では、老化や眼疾患におけるリポ (脂質) クオリティの違いとその違いをもたらす分子機構を明らかにすることにより、網膜の特異な脂質代謝環境を支えている RPE の脂質代謝を理解し、難治眼疾患の治療法開発に繋げることを目的とし、研究を実施している。

研究では、

- 1) 加齢は RPE 細胞内の脂質プロファイルにどのような影響を与えるのか
- 2) RPE 細胞内の脂質のプロファイルがどのようにドルーゼン形成に関与するのか
- 3) 脂質をターゲットとした眼疾患治療は可能か

を解明する予定である。

本年度は、健常者 iPS 細胞、ドルーゼンを持つ患者 iPS 細胞から、分化誘導させた RPE 細胞を用いた実験を継続した。視細胞の外節を 1 ヶ月間食食させる条件でのストレス・加齢を模した培養も行い、健常・ドルーゼン患者由来の RPE 細胞での形態・機能評価を行った。さらに、細胞内脂質に関して、網羅的脂質解析を行い、興味深い知見を得た。現在、脂質解析や遺伝子発現解

析から得られたデータをもとに、病態解明に向けた諸検討を行っている。また次年度にかけて、表現系を緩和できるような、治療候補のスクリーニングをおこなっていく予定である。

## 2021 年度の競争的研究資金

1. 平成 30 年度－令和 2/3 年 AMED 難治性疾患克服研究事業 ステップ 2 研究代表者「網膜色素変性に対する Branched chain amino acids を用いた新規神経保護治療法開発」 45,000 千円/年
2. 平成 31 年度－令和 3 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究(C) 研究代表者「網膜色素上皮細胞の脂質プロファイルとドルーゼン形成メカニズムの解明」 1,200 千円/年
3. 令和 3 年度－令和 5 年 AMED 難治性疾患克服研究事業 ステップ 0 研究代表者「クリスタリン網膜症の新規治療法開発」 18,000 千円/年

### <研究分担者>

4. 令和 1 年度－3 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表者 赤木忠道 「光干渉断層血管造影を用いた房水流出主経路機能評価と緑内障治療効果予測」 50 千円/年
5. 令和 1 年度－3 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表者 大音壮太郎 「補償光学適用光干渉断層計による萎縮型加齢黄斑変性の病態・治療研究」 100 千円/年
6. 令和 2 年度－4 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表 岩井祥子「疾患特異的 iPS 細胞を用いたクリスタリン網膜症の治療薬開発」 500 千円/年
7. 令和 2 年度－4 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表 村上智明「糖尿病網膜症における自己免疫による神経障害を標的とした新規治療法の開発」 500 千円/年
8. 令和 3 年度－5 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表者 田村寛「全レセプトデータ (NDB) を用いた眼科難病・希少疾患・難治性疾患の疫学研究」 100 千円/年
9. 令和 3 年度－5 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 C 代表者 宮田学「補償光学光干渉断層計を用いた滲出型加齢黄斑変性の病態解明と新規治療に関する研究」 100 千円/年
10. 令和 3 年度－5 年 文部科学省科学研究費助成事業 基盤研究 B 代表 辻川明孝「ビッグデータによる近視の総合的病態解明」 100 千円/年

## 2021 年度の研究成果

1. Kido A, Miyake M, Akagi T, Ikeda HO, Kameda T, Suda K, et al. Association between topical  $\beta$ -blocker use and asthma attacks in glaucoma patients with asthma: a cohort study using a claims database. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2022;260(1):271-80.
2. Hasegawa T, Ikeda HO. Retinal ganglion cell protection by hop-flower extract as a novel neuroprotective strategy for glaucoma. Neural Regen Res. 2022;17(6):1267-8.
3. Tagawa M, Ikeda HO\*, Inoue Y, Iwai S, Iida Y, Hata M, et al. Deterioration of phagocytosis in induced pluripotent stem cell-derived retinal pigment epithelial cells established from patients with retinitis pigmentosa carrying Mer tyrosine kinase mutations. Exp Eye Res. 2021;205:108503.
4. Tagawa M, Ikeda HO\*, Hata M, Inoue Y, Iwai S, Tsujikawa A. A Protocol for Stepwise Differentiation of Induced Pluripotent Stem Cells into Retinal Pigment Epithelium. Methods Mol Biol. 2021.
5. Suda K, Akagi T, Ikeda HO, Kameda T, Hasegawa T, Miyake M, et al. Atopic dermatitis as a risk factor for severe visual field loss in youth-a retrospective cohort study of glaucoma under steroid treatment. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021;259(1):129-36.
6. Okamoto Y, Akagi T, Kameda T, Suda K, Miyake M, Ikeda HO, et al. Prediction of trabecular meshwork-targeted micro-invasive glaucoma surgery outcomes using anterior segment OCT angiography. Sci Rep. 2021;11(1):17850.
7. Nakahara M, Oishi A, Miyata M, Ikeda HO, Hasegawa T, Numa S, et al. Clinical Characteristics, Differential Diagnosis and Genetic Analysis of Concentric Retinitis Pigmentosa. Life (Basel). 2021;11(3).
8. Kido A, Akagi T, Ikeda HO, Kameda T, Suda K, Miyake M, et al. Longitudinal changes in complete avascular area assessed using anterior segmental optical coherence

- tomography angiography in filtering trabeculectomy bleb. Sci Rep. 2021;11(1):23418.
9. Iwai S, Ikeda H<sup>\*</sup>, Mera H, Nishitani K, Saito M, Tsujikawa A, et al. KUS121 attenuates the progression of monosodium iodoacetate-induced osteoarthritis in rats. Sci Rep. 2021;11(1):15651.
10. Hasegawa T, Oishi A, Ikeda H<sup>O</sup>, Numa S, Miyata M, Otsuka Y, et al. Detection Sensitivity of Retinitis Pigmentosa Progression Using Static Perimetry and Optical Coherence Tomography. Transl Vis Sci Technol. 2021;10(8):31.

## 2021 年度の教育への貢献

学部講義 2 コマ

井上 恵美子 (いのうえ えみこ)

●第8期 特定准教授

## 白眉研究課題：パリ協定後の持続可能な発展にカーボンプライシングが与える影響

### 2021 年度の研究計画と活動

2021 年度は、白眉研究課題を解明していくために、次の3点：【1】エネルギー節約型技術進歩の測定と各国間の比較に関する論文の改訂と学会での報告、【2】気候変動下における企業のイノベーションとカーボンプライシングに関する実証分析のためのデータ作成、【3】企業の気候変動対応に関する実証分析のためのデータ作成を計画しました。

研究計画は概ね順調に進んでいます。まず、【1】については、これまでの国別の分析に加えて、産業別の分析を進め、論文の精度を更に上げることができました。またエネルギー節約型技術進歩は、その国のエネルギー自給率と負の関連があることも分析を通して明らかになり、政策的インプリケーションを得ることができました。この改訂版を国際学会 (26<sup>th</sup> Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists) で報告しました。オンラインでの参加でしたが、貴重なコメントや有益なアドバイスを多く得て、更なる論文の改訂を行いました。【2】については、気候変動下における企業のイノベーションとカーボンプライシング (気候変動関連の環境政策など) に関する実証分析を進めるために、データを購入して独自のデータセットを作成しています。特に、一社ごとの気候変動への取り組みや特許情報を整理していくプロセスには、対象とする国や年の追加を行っていることもあり、膨大な時間がかかっていますが、鋭意進めています。また、データの分析を通して今後の研究に繋がるいくつかの発想も生まれています。【3】についても、【2】で購入したデータに加えて、新たなデータを購入して、データセットの作成を進めています。気候変動下における企業行動に注目して、どのような要因によって企業の気候変動対応が促進されるのか、分析を進めています。

上記の研究に加えて、京都大学カーボン・ニュートラル推進フォーラムからの依頼で、キックオフ・シンポジウムにて気候変動政策とイノベーションに関する講演を行いました。

### 2021 年度の競争的研究資金

#### 《科研費 若手研究》

研究題目：企業の気候変動対応に関する実証分析

研究代表者：井上恵美子

研究期間：2021. 04. 01-2024. 03. 31

助成金額 (交付予定額)：4,680 千円

#### 《野村財団 研究助成》

研究題目：気候変動下における企業のイノベーションとカーボンプライシング

研究代表者：井上 恵美子

研究期間：2020. 04. 01-2022. 03. 31

助成金額：500 千円

### 2021 年度の研究成果

#### [論文]

“Measuring Energy-saving Technological Change: International Trends and Differences,” (with H. Taniguchi and K. Yamada.), *arXiv:2008.04639 [econ. GN]*, 2021.

## 〔国際学会での研究報告〕

2021.06.25 査読有り

講演タイトル: “Measuring Energy-saving Technological Change: International Trends and Differences”

会議名: 26th Annual conference of the European Association of Environmental and Resource Economists

場所: Berlin (online)

主催団体: Technische Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin

URL: <http://www.eaere-conferences.org/index.php?p=228>

## 〔招待講演〕

『気候変動政策とイノベーション -カーボン・ニュートラルの実現に向けて-』

京都大学カーボン・ニュートラル推進フォーラム キックオフ・シンポジウム -地球社会の調和ある共存に向けて-

## 2021 年度の教育への貢献

- ・ Environmental Economics 2021 Autumn (経済学研究科向け英語による授業)
- ・ 基礎環境経済論 (国際化支援科目) 2021 Autumn (経済学部向け英語による授業)

## 2021 年度の学界等への貢献

- ・ 環境経済・政策学会 2021 年大会プログラム委員

宇賀神 知紀 (うがじん とものり)

●第 10 期 特定助教

白眉研究課題: 量子情報理論の基礎物理学への応用, 特に相対エントロピーを用いたアプローチ

## 2021 年度の研究計画と活動

昨年度に続いて量子エンタングルメントとブラックホール内部の関係性について研究した。特にブラックホールのアイランド公式は、ブラックホールの微視的な状態と、ホーキング放射の間の量子相関が、ブラックホール内部の時空構造を決定してしまうことを示唆する。その応用として、我々の最近の論文では、二つの全く繋がりのないブラックホール  $A, B$  を用意し、それらの間の量子相関を大きくしていった場合に、(独立だった)  $A, B$  の内部がアインシュタインローゼン橋でつながることを、アイランド公式の観点から示した。このことは量子相関という情報理論的な概念が、アインシュタインローゼン橋という時空の幾何学的な構造と、一般相対論のダイナミクスを通じて直接対応していることを示している (ER = EPR 対応)

## 2021 年度の競争的研究資金

- (1) 学術変革領域研究 (A) 極限宇宙の物理法則を創る-量子情報で拓く時空と物質の新しいパラダイム (飯塚則裕)
- (2) 共形場理論における相対エントロピーとその様々な分野への応用 (宇賀神知紀) 若手研究

## 2021 年度の研究成果

論文

- (1) M. Miyaji, T. Takayanagi and T. Ugajin, “Spectrum of End of the World Branes in Holographic BCFTs,” JHEP 06, 023 (2021) [arXiv:2103.06893 [hep-th]]
- (2) A. Miyata and T. Ugajin “Evaporation of black holes in flat space entangled with an auxiliary uni-verse,” Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2022, Issue 1, January 2022, 013B13 [arXiv:2104.00183 [hep-th]].
- (3) V. Balasubramanian, A. Kar and T. Ugajin, “Entanglement between two gravitating universes,” [arXiv:2104.13383 [hep-th]] Accepted to “Classical and Quantum gravity”
- (4) K. Goto, Y. Kusuki, K. Tamaoka and T. Ugajin, “Product of random states and spatial

(half-)wormholes,” JHEP10 (2021), 205 doi:10.1007/JHEP10(2021)205 [arXiv:2108.08308 [hep-th]]

#### プレプリント

(5) N. Iizuka, A. Miyata and T. Ugajin, “A comment on a fine-grained description of evaporating black holes with baby universes,” [arXiv:2111.07107 [hep-th]]

(6) K. Goto, K. Suzuki and T. Ugajin, “Factorizing Wormholes in a Partially Disorder-Averaged SYKModel,” [arXiv:2111.11705 [hep-th]]

(7) A. Miyata and T. Ugajin, “Entanglement between two evaporating black holes,” [arXiv:2111.11688[hep-th]]

(8) T. Kawamoto, T. Mori, Y. k. Suzuki, T. Takayanagi and T. Ugajin, “Holographic Local Operator Quenches in BCFTs,” [arXiv:2203.03851 [hep-th]]

#### 日本語解説記事

(1) “場の量子論と量子情報-相対エントロピーとその応用” 西岡辰磨, 宇賀神知紀  
日本物理学会誌(解説) 76 巻 07 号

(2) “エントロピー：物性からブラックホールまで、普遍的アプローチ” 宇賀神 知紀 数  
理科学 2022 年 1 月号

#### 招待講演

(1) “The island formula and Petz map” Talk at Workshop on quantum information and  
quantum black holes (オンライン) 2021 年 9 月 10 日

(2) “アイランド公式について” 関西地域セミナー 京大基研 2021 年 10 月 30 日

(3) “Entanglement between two gravitating universes” 立教大学 素粒子論セミナー  
2021 年 12 月 7 日

#### 開催研究会

(1) “Workshop on quantum information and quantum black holes”, 9/6 と 9/10 2021,  
オンライン研究会 <https://sites.google.com/view/workhop-on-qbh/>

(2) “IFQ-ExU joint mini workshop: Extreme Universe from Qubits”, 12/16-12/18, 2021,  
オンライン研究会 <https://sites.google.com/view/ifq-exu/home>

(3) “Quantum Information Entropy in Physics”, 3/21-3/26, 2022, 国際研究会(ハイブリ  
ッド), 京大基研 <http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~qith2022/program.php>

潮 雅之(うしお まさゆき)

●第 9 期 特定准教授

#### 白眉研究課題：生態系予報に向けた野外生態系自動モニタリングシステムの構築

##### 2021 年度の研究計画と活動

本年度は野外生態系からのサンプル取得の自動化に向け(1) 野外自動採水機 2 号機の改良を行  
った。また、(2) 自動採水機から取得される大量の DNA サンプルを処理するための体制整備、  
(3) 新しい時系列データの解析法の開発を進めた。

まず、(1) に関して、野外自動採水機 2 号機は採水・ろ過に加えて DNA 保存溶液の注入・ろ  
過量の計測が可能になっていた。当初、野外での採水を実施予定であったが、動作が安定せず、  
電源供給システムとろ過システムの改良に多大な時間を費やした。そのため野外でのテストが  
思うように進まなかった。電源供給問題を一時的に解決するために、太陽電池からコンセント経  
由での電源供給に切り替えることとし、2022 年度に野外での採水を実施することとした。また、  
ポンプ型の 2 号機に加え、別途、浮遊型の自動採水機の導入も予定している。

(2) に関しては、既存の環境 DNA 分析法を改良し、より安価・迅速に多サンプルを処理するための実験プロトコルを提案してプレプリントとして公開した (Ushio et al. 2022 *bioRxiv*; DOI:10.1101/2022.02.15.480497)。本プロトコルの完成によって、環境 DNA 分析にかかる時間を 30%、費用を 70%ほど削減することに成功した (図 1)。このプロトコルは共同研究者らが設立した社団法人内の環境 DNA 分析セクションで採用され、現在本格的に稼働している。

### 1st PCR indexing protocol

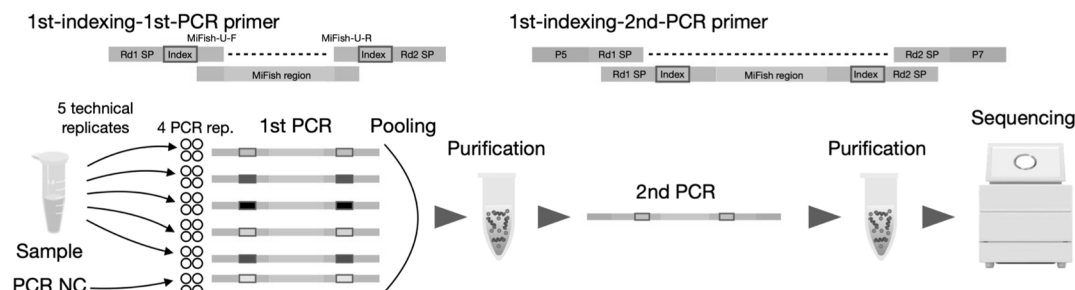


図 1. 提案した効率的な環境 DNA 分析法 (1st PCR indexing protocol; Ushio et al. 2022)

(3) に関しては、昨年度より進めていた時系列解析の新技术を公開することができた。本研究では、ニューラルネットワークの 1 種である Recurrent Neural Network を応用することで「生態系動態・生物群集に計算をさせる」という枠組みを提案した (Ushio et al. 2021 *bioRxiv*; DOI:10.1101/2021.09.15.460556)。本論文内では、新しい計算法を概念を生み出すだけでなく、実際の微生物 (テトラヒメナ) の個体群動態を用いて計算が可能であることも示した。「自動採水・迅速環境 DNA 分析・新しい時系列解析」を組み合わせることで、複雑な生物群集動態を利用したコンピューティングが可能になるかもしれない。

2022 年度は、遅れていた野外での自動採水の遂行を主に行い、確率済みの環境 DNA 分析法を用いて、高頻度の生態系時系列データの生成を行う予定である。

また、2021 年度は 7 本の原著論文の発表を行い、9 件の招待講演、1 件のシンポジウムの企画を行った。第 69 回日本生態学会大会の企画委員会メンバーとして大会開催に多大な貢献をし、国際誌の編集者としての活動も行った。これまでの生態学分野での貢献が認められ、科学技術分野の文部科学大臣表彰・若手科学者賞を受賞した。

### 2021 年度の競争的研究資金

#### 研究代表者として

- ・種別：科学研究費補助金・基盤研究 (B)
- ・課題：水域生態系の宿主-寄生者系をモデルとした野外生態系動態の制御に向けた枠組み構築
- ・代表：潮雅之
- ・研究期間：2020 年度-2023 年度 (予定)
- ・研究費：期間総額 13,300,000 円 (概算・予定)

#### 研究分担者として

- ・種別：科学研究費補助金・基盤研究 (B)
- ・課題：多地点・高頻度環境 DNA 観測に基づく魚類群集構造の変動様式と形成・維持機構の解明
- ・代表：宮正樹
- ・研究期間：2019 年度-2022 年度 (予定)
- ・研究費：期間総額 14,050,000 円 (概算・予定)

### 2021 年度の研究成果

#### 原著論文

1. 白垣友寛, 井上拓, 福田秀樹, 潮雅之, 日下美樹, 岡野孝哉, 高巢裕之\* (2021) 海洋堆積物に残存する環境 DNA を用いた魚類相把握の試み. *水環境学会誌* 44 (4):79-84
2. Doi H\*, Yasuhara M\*, Ushio M\* (2021) Causal analysis of the temperature impact on deep-sea biodiversity. *Biology Letters* 17 (7):20200666. (HD, MY, and MU は本研究成果に同程度の貢献)
3. Matsuoka S\*, Sugiyama Y, Shimono Y, Ushio M, Doi H (2021) Evaluation of seasonal

dynamics of fungal DNA assemblages in a flow-regulated stream in a restored forest using eDNA metabarcoding. *Environmental Microbiology* 23 (8):4797-4806

4. Sato M\*, Inoue N, Nambu R, Furuich N, Imaizumi T, Ushio M (2021) Quantitative assessment of multiple fish species around artificial reefs using environmental DNA metabarcoding. *Scientific Reports* 11:19477
5. Chang CW, Miki T, Ushio M, Ke PJ, Lu HP, Shiah FK, Hsieh CH\* (2021) Reconstructing large interaction networks from empirical time series data. *Ecology Letters* 24 (12):2763-2774
6. Fukasawa Y\*, Matsukura K, Stephan JG, Makoto K, Suzuki SN, Kominami Y, Takagi M, Tanaka N, Takemoto S, Kinuura H, Okano K, Song Z, Jomura M, Kadowaki K, Yamashita S, Ushio M (2021) Patterns of community composition and diversity in latent fungi of living *Quercus serrata* trunks across a range of oak wilt prevalence and climate variables in Japan. *Fungal Ecology* (early view) DOI:10.1016/j.funeco.2021.101095
7. Maxime M\*, Ushio M, Sakai S. (2021) Contrasting microbial communities on male and female flowers of a dioecious plant, *Mallotus japonicus* (Euphorbiaceae). *Environmental DNA* (early view) DOI:10.1002/edn3.271
8. Maxime M\*, Ushio M, Sakai S. (2022) The effects of the floral infection by a bacterial pathogen in a dioecious plant, *Mallotus japonicus* (Euphorbiaceae). *Population Ecology* (early view) DOI:10.1002/1438-390X.12110
9. Ushio M\* (2022) Interaction capacity as a potential driver of community diversity. *Proceedings of the Royal Society B* 289:20212690 DOI:10.1098/rspb.2021.2690

#### 招待講演

1. 2021.9.6 第4回 山口大学・環境DNA研究センターシンポジウム～環境DNAの最前線～（山口大学・環境DNA研究センター、オンライン）  
潮雅之 “環境DNAメタバーコーディングのライブラリ調整迅速化・省力化に向けて”
2. 2021.9.24 京大大学生態学研究センター共同利用ワークショップ-微生物を軸とした群集構造研究の統合とさらなる展開（オンライン）  
潮雅之 “Ecological Reservoir Computing: 微生物による近未来予測”
3. 2021.10.4 兵庫県立大学情報科学研究科 オンラインセミナー（オンライン）  
潮雅之 “Ecological Reservoir Computing: 生態系による計算”
4. 2021.10.15 第37回個体群生態学会大会・大会企画シンポジウム2「新しい分野に挑戦するために」（オンライン）  
潮雅之・伊藤公一 “RStudioで広がるデータ解析～R, Python, Cpp～”
5. 2021.11.6 ふれデミックカフェ@KRP with 京大オリジナル Vol.14「環境DNA情報から読み解く生態系の過去・現在・未来」（京都リサーチパーク/京都、オンライン）  
潮雅之 “環境DNA情報から読み解く生態系の過去・現在・未来”
6. 2021.11.21 第4回環境DNA学会大会・第2回技術セミナー（オンライン）  
潮雅之 “環境DNAメタバーコーディング Q & A”
7. 2021.12.2 Special Invited Open Lecture, Reservoir Computing Seminar Group (The University of Tokyo/Online)  
Masayuki Ushio “Computational capability of ecological dynamics”
8. 2022.3.18 第69回日本生態学会・シンポジウム「無神経な行動生態学」（オンライン）  
潮雅之 “テトラヒメナ個体群が持つ情報処理能力の定量化とその利用”
9. 2022.3.23 第63回日本植物生理学会年会・シンポジウム「見たい、知りたい、操作したい、植物と微生物の超個体」（オンライン）  
潮雅之 “イネをめぐる相互作用ネットワークの再構築による有用生物の検出”

#### シンポジウムの企画者

1. 2021.11.20 第28回日本時間生物学会学術大会・シンポジウム2（那覇/オンライン）  
武方宏樹・潮雅之 企画「南の生物と時間」

#### 2021年度の実賞・表彰等

1. 2021.4.6 令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・若手科学者賞  
潮雅之 「野外生態系動態の制御機構に関する研究」

## 2021 年度の教育への貢献

1. 2020 年度に引き続き、主に京都大学・他大学の大学院生の指導に貢献した（指導教員からの依頼による実験手法の指導、データ解析手法の指導、論文執筆の指導など）。本年度の発表論文のうち、白垣ら（2021）水環境学会誌、Matsuoka et al. (2021) *Environmental Microbiology*、Maxime et al. (2021) *Environmental DNA*、Maxime et al. (2021) *Population Ecology* は指導した院生/博士研究員らの成果である。また、その他に、Fujita et al. (in review), Tsujii et al. (in review) など複数の論文が投稿中/準備中である。

## 2021 年度の学会等への貢献

1. 日本生態学会 企画委員会・運営部会 部会長（通年）  
日本生態学会の大会企画委員会の運営部会部会長を務め、2022 年 3 月に開かれた第 69 回日本生態学会の大会開催に多大な貢献をした。
2. *Biological Invasions* 編集委員
3. *Frontiers in Marine Science*, Reviewing Editor (2021 年 5 月～)
4. 日本生態学会・代議員（任期 2021 年 12 月～2023 年 12 月）
5. 日本生態学会・近畿地区会員（任期 2022 年 1 月～2024 年 1 月）

## 2021 年度の社会的貢献

1. 2020 年 8 月に設立した合同会社 Rizabics の業務執行社員として活動  
2020 年に設立したデータ解析を請け負う合同会社 Rizabics において、業務執行社員として活動。企業や研究者が抱える環境科学が関連するデータ解析の手助けを行った。

大井 雅雄（おおい まさお）

●第 10 期 特定助教

## 白眉研究課題：捻られた調和解析による Langlands 関手性の研究

### 2021 年度の研究計画と活動

白眉プロジェクトでの研究開始以来、昨年度までの研究において、「toral 型」と呼ばれる正則超尖点表現に関して、捻られた指標関係式の証明を大雑把に与えることができていた。そこで本年度の計画では、まずこの結果について細部を詰めながら論文にまとめる予定であった。ところが論文執筆中に、いくつかの技術的な点で（具体的には、Heisenberg-Weil 表現と呼ばれる表現の捻られた指標の計算において）、本質的な困難が見つかった。この点に足をとられてしまったため論文の完成には至らなかった。そこを除いた論文の大部分（100 ページ程度）は書き上がっているため、来年度は可能な限り早くこの論文を完結させたいと考えている。

一方で、2019 年度から続いている Michigan 大学の Charlotte Chan 氏との共同研究について、一本目の論文を完成させることができた。この論文は年度内に雑誌「Journal of European Mathematical Society」に受理された。共同研究の中では今年度新たに、超尖点表現の指標による特徴づけに関する結果が得られたので、こちらについても現在論文を執筆中である。

また、以上の研究成果についてはいくつかの学会（国際学会 6 件、国内セミナー 1 件）でアナウンスを行った。

### 2021 年度の競争的研究資金

【明示的局所 Langlands 対応を用いた Langlands 関手性の研究】

- ・科研費（若手研究）：20K14287
- ・研究代表者：大井雅雄，
- ・研究機関：2020/4/1-2024/3/31
- ・配分額：4,160,000 円（直接経費：3,200,000 円，間接経費：960,000 円）
  - ・2020 年度：1,040,000 円（直接経費：800,000 円，間接経費：240,000 円）
  - ・2021 年度：1,040,000 円（直接経費：800,000 円，間接経費：240,000 円）
  - ・2022 年度：1,040,000 円（直接経費：800,000 円，間接経費：240,000 円）
  - ・2023 年度：1,040,000 円（直接経費：800,000 円，間接経費：240,000 円）

### 2021 年度の研究成果

【論文】

- ・Geometric L-packets of Howe-unramified toral supercuspidal representations. (joint

work with Charlotte Chan), 雑誌「Journal of the European Mathematical Society」に受理.  
・Simple supercuspidal L-packets for quasi-split classical groups, 雑誌「Memoirs of the American Mathematical Society」に受理.

【招待講演】

- ・「A characterizing result on supercuspidal representations」, The 7th KTGU Mathematics Workshop for Young Researchers, 京都大学 (オンライン開催), 2022 年 2 月.
- ・「On Iwahori-Hecke algebras and local L-factors of unramified representations」, RIMS 研究集会「保型形式、保型 L 関数とその周辺」, RIMS (オンライン開催), 2022 年 1 月.
- ・「Several recent topics on the supercuspidal local Langlands correspondence」, 2021 Fall POSTECH-PMI Number Theory Seminar, POSTECH (オンライン開催), 2021 年 12 月.
- ・「A recovering result of Deligne-Lusztig representations from their characters」, The 3rd Kyoto-Hefei Workshop on Arithmetic Geometry, RIMS (オンライン開催), 2021 年 12 月.
- ・「Comparison of algebraic and geometric constructions of supercuspidal representations」, The 9th East Asia Number Theory Conference, オンライン開催, 2020 年 9 月.
- ・「超尖点表現の代数的および幾何的構成の比較について」, 慶應代数セミナー, オンライン開催, 2021 年 8 月.
- ・「Geometric L-packets of Howe-unramified toral supercuspidal representations I」, Automorphic Project & Research Seminar, オンライン開催, 2021 年 5 月.

大谷 育恵 (おおたに いくえ)

●第 12 期 特定助教

白眉研究課題：考古資料に基づいた漢対匈奴交渉と匈奴社会の解明

2021 年度の研究計画と活動

2021 年 10 月に着任し、当初の計画どおり本年度は次年度より開始する発掘調査のための準備を進めた。白眉プロジェクトでは、考古資料に基づいて史料に記録が残る匈奴の活動と実態について考察することにしており、その一環として発掘調査を通して考察資料を獲得する。発掘調査のカウンターパートはモンゴル科学アカデミー考古学研究所であり、来年度以降の調査の合意書を交わした。そして、研究所敷地内にコンテナを設置し、必要機材をそろえた。また、発掘調査候補地の選定も進め、セレンゲ県エロー郡付近の遺跡を調査予定地に選んだ。遺跡台帳や航空写真等の資料を参考にモンゴル国のどの遺跡を調査候補とするかは議論したが、その結果、これまで調査が手薄であるモンゴル国中央北部のセレンゲ川支流を希望した。調査する予定の遺跡は墓地であるが、航空写真等の確認を進めたところ、付近で新たに匈奴時代と思われる土城址を確認した。発掘調査を通して確認する必要があるが、これがもし匈奴期の城址であれば、研究のテーマとしている匈奴社会を墓地と城址の両者の発掘調査を通して考察できることになるので、非常に意義があると考えている。

また、匈奴に関連する内容としては、匈奴研究開始 125 周年記念の研究会で関連の発表を行った。加えて、住友財団の助成で進めていた匈奴墓出土漆器の修理を 2021 年中に完了させ、2022 年 3 月からの企画展示のためのパンフレット執筆・編集など準備を進めた。企画展示終了後にはモンゴル国へ返還し、帰国展示も実施する予定であるため、その準備と調整も行った。漢代の漆器という意味では、日本国内にも東京国立博物館や九州国立博物館など戦前に主に朝鮮半島で出土した資料が存在するため、それらについても調査を行った。主に銘文について再検討を行っており、その結果は今後報告を考えている。

2021 年度の競争的研究資金

<代表者>

- ・(公財)住友財団 海外の文化財維持・修復事業助成, 「モンゴル国の匈奴墓で出土した漢代紀年漆器の修復と研究」, 大谷育恵, 2020 年 4 月～2022 年 6 月, 420,000 円.
- ・科学研究費 若手研究, 「匈奴―サルマート期の編年確立を目的とするエニセイ川上流域の中国系文物の調査」, 大谷育恵, 2020 年 4 月～2023 年 3 月, 1,100,000 円.

<研究分担者>

- ・科学研究費 基盤 B, 「ユーラシア草原地帯と東アジアの青銅器鑄造技術の比較研究」, 代表者: 高濱秀, 2020 年 4 月～2024 年 3 月, 250,000 円.
- ・国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)), 「東部モンゴル新発見の突厥・ウイグル期の定

住遺跡に関する歴史・考古学的調査研究」，代表者：大澤孝，2018年10月～2023年3月，調査延期のため配分なし。

- ◆ 科学研究費 挑戦的研究(萌芽)，「漆塗膜の多成分・多元素同位体分析による漆工芸品の製作地推定に向けた試み」，代表者：若木重行，2021年7月～2024年3月，100,000円。
- ◆ 科学研究費 基盤研究(C)，「日本における「鉄黒漆」利用開始期の解明」，代表者：岡田文男，2021年4月～2024年3月，150,000円。
- ◆ 科学研究費 基盤研究(S)，「シルクロードの国際交易都市スイヤブの成立と変遷ー農耕都市空間と遊牧民世界の共存ー」，研究代表者：山内和也，2021年7月～2025年3月，400,000円。

## 2021年度の研究成果

<発掘調査報告書>

- ◆ 大澤孝・ツォグトバートル B.・大谷育恵・ルンデフ G.・バトダライ B.・アマルボルド Ye. 2021「イフ・ボラギーン・ウンドゥル・ドブジョーの調査(2019年度試掘調査)」『金大考古』80号，金沢大学人文学類考古学研究室，94-130頁。
- ◆ 大谷育恵 2021「モンゴル国における仏教関連遺跡(15世紀以降)の調査状況」『金大考古』80号，金沢大学人文学類考古学研究室，135-150頁。

<企画展パンフレット>

- ◆ 『よみがえる漆器：モンゴル出土漢代漆器の保存修復』泉屋博古館，1-8頁。

<口頭報告>

- ◆ OTANI Ikue, The current dating problems in Xiongnu archaeology, *125 years of Xiongnu archaeology. The Xiongnu archaeology phenomenon in historical and interdisciplinary research*, 2021.12.2 (2021.12.2-12.4), Ulan-Ude, Buryatia (online).

<企画コーナー展示>

- ◆ 「モンゴル匈奴墓出土 漢代紀年漆器」泉屋博古館，会期：2022.3.26～5.15。

## 2021年度の教育への貢献

<執筆・編集>

- ◆ 国立民族学博物館博物館社会連携事業検討ワーキンググループ 2022『第3期中期目標・中期計画期間 博物館社会連携事業強化プロジェクト活動報告書』国立民族学博物館。
- ◆ 国立民族学博物館博物館社会連携事業検討ワーキンググループ 2022『博物館とこども』(博物館社会連携強化プロジェクト 博物館におけるこども向け教育普及事業をテーマとしたオンライントーク報告書) 国立民族学博物館。

小川 敬也(おがわ たかや)

★第8期 特定助教

白眉研究課題：再生可能エネルギー由来のアンモニアを利用した水素社会の基盤構築

## 2021年度の研究計画と活動

・プロセスシミュレーターソフト ASPEN Plus<sup>®</sup>を用い、アンモニア合成ループと海水淡水化/発電システムについて統合し、エネルギー効率、並びに淡水とアンモニアの供給価格の低減ができることを示した。また、近年発展するアンモニア合成触媒の活性をシミュレーションモデルに組み込み、経済性を評価し、それらの触媒がコスト的に優位になる条件を抽出した。

・酸高密度構造で起こるプロトン伝導機構 Packed-acid mechanism の理論的拡張として、酸の水素結合が広範囲に及ぼす影響について見積もることが可能な式を元に、量子化学計算によって5種の酸(CH<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>、C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>、CF<sub>3</sub>CF<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H、CF<sub>3</sub>CF<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>、C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>SO<sub>3</sub>)のうち、CH<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>がもっとも Packed-acid mechanism を引き起こしやすいことを示した。この計算結果を元に CH<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub> を高密度を持つプロトン材料の合成に従事している。

・通常は10wt%程度しか含有できない、非溶解性の無機粒子を50wt%以上高含有する薄膜の作製にも成功した。この技術により、無機粒子の特性を持ち、かつ有機ポリマーのようにフレキシブルな薄膜を作製でき、電解質膜として燃料電池や電解合成への応用が可能となる。

・アンモニア合成触媒の開発を行い、通常は活性を下げるはずの酸素原子が混入することで逆に活性が向上するケースを見つけ、またその原因の解明を行った。

・トップランナー方式について、消費者と製造者、施策した国の3者から見た場合の費用便益について解析した。

## 2021 年度の競争的研究資金

| 調達先            | 研究課題名                                                            | 受入予定額（円）   | 研究始期       | 研究終期       |
|----------------|------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| 卓越研究員事業費・環境整備費 | 持続可能な社会に資する科学技術の構築                                               | 24,000,000 | 2018/02/01 | 2023/01/31 |
| 環境研究総合推進費      | 海拔以下の砂漠での太陽光を利用して安価で恒久的に電力・水・肥料を生産するシステムの検証                      | 18,000,000 | 2019/04/01 | 2021/03/31 |
| 公益財団法人東レ科学振興会  | 常温常圧での新しいアンモニア合成手法の開発                                            | 10,000,000 | 2020/04/01 | 2022/03/31 |
| 科研費<br>若手研究    | 固体中の酸高密度構造での H <sup>+</sup> の挙動解析と湿度に依存しない H <sup>+</sup> 伝導膜の開発 | 4,680,000  | 2021/04/01 | 2022/03/31 |
| 新化学技術研究奨励賞研究助成 | 学術論文ビッグデータに基づいた新規材料設計・解析・評価の機械的創出                                | 1,000,000  | 2021/04/01 | 2024/03/31 |

## 2021 年度の研究成果

- Enhanced Photocatalytic Activity of TiO<sub>2</sub> Thin Film Deposited by Reactive RF Sputtering under Oxygen-Rich Conditions  
T Ogawa, Y Zhao, H Okumura, KN Ishihara  
Photochem 2 (1), 138-149, 2022
  - Assessing the geospatial nature of location-dependent costs in installation of solar photovoltaic plants  
S Basu, T Ogawa, H Okumura, KN Ishihara  
Energy Reports 7, 4882-4894, 1, 2021
  - The effect of potassium chloride on BiVO<sub>4</sub> morphology and photocatalysis  
S Meng, T Ogawa, H Okumura, KN Ishihara  
Journal of Solid State Chemistry 302, 122291, 2021
  - Suitable acid groups and density in electrolytes to facilitate proton conduction  
T Ogawa, H Ohashi, GM Anilkumar, T Tamaki, T Yamaguchi  
Physical Chemistry Chemical Physics 23 (41), 23778-23786, 2021
- 本(チャプター)
- Ammonia as a carrier of renewable energy: Recent progress of ammonia synthesis by homogeneous catalysts, heterogeneous catalysts, and electrochemical method  
T Ogawa  
Emerging Trends to Approaching Zero Waste, 265-291, 2022

## 2021 年度の受賞・表彰等

第 10 回新化学技術研究奨励賞

## 2021 年度の教育への貢献

### 2021 年度の学界等への貢献

### 2021 年度の社会的貢献

・本年度は学部 4 回生 5 人、修士 1 回生 7 人、修士 2 回生 8 人、博士後期課程 4 人の研究指導を行った。

・学会発表は以下の 3 件

- Ogawa T., Ishihara K. N., Imamura Y., Yoshida M., Fukuhara R., Shammout M. W., Yamasue, E “Sustainable Production Scheme of Water-Electricity-Ammonia Nexus using Seawater and Sunlight in Arid/semi-Arid Region” World Hydrogen Technology Convention 2021, 20-24, June, Montreal, Canada (Online)
- 吉田将基・小川敬也・今村陽子・石原慶一 「鉄系触媒およびルテニウム系触媒を用いたアンモニア合成ループのスケールメリット」化学工学会 第 86 年会 2021 年 3 月
- 石原慶一、宇佐美岳良、水本隆太、小川敬也、奥村英之、メカニカルミリングによる Fe-Ni 合金の作成とその物理化学特性、粉体粉末冶金協会 2021 年度春季大会（第 127 回講演大会）6 月 1 日ー3 日、2021、オンライン

## 白眉研究課題：「黄色」聖人の誕生とヨーロッパにおける人種論の形成——近世から近代にかけてのカトリック文化圏における日本人像

## 2021 年度の研究計画と活動

本研究は、前近代から近代にかけて、日本における一部のキリスト教殉教者が列福・列聖される過程を通じ、西欧社会で構築された日本人像を考察するもので、そこに近代になり登場してきた「人種」概念がいかに関わってきたのかを合わせて考える。

これまでの研究は、前近代の資料に主に依拠しており、本来2022年1月と3月に、ローマおよびパリの文書館において近代の資料調査を行う予定であったが、オミクロン株の影響で短期的な在外調査の計画が困難となったため、すでに所有していた前近代の資料や、今のところオンラインで手に入る資料に依拠し、それらの調査に基づく発表を行うことに集中した。また、遠隔でコピーを頼める場所にはコピーを注文し、研究を進めることとした。

一方コロナ禍以降は、研究集会の類いは、全てオンラインもしくはハイブリッドで開催されるようになったため、以前なら家庭の事情のために諦めざるを得なかったような発表も可能になった。そのため、以前よりも研究発表の機会が国際的な場も含めて増加した。このような機会を通じ、海外の若手研究者との交流も増えたため、コロナ禍が収束し、海外から研究者が来日しやすい環境になった暁には、こうした人々を京都に招待し研究集会を開催したいと考えている。

## 2021 年度の競争的研究資金

[代表者]

- ・日本学術振興会 科学研究費助成事業 特別研究員奨励費「殉教と偶像のパンテオン—フランスとイタリアのイエズス会演劇における日本—」研究代表者、2021 年度。
- ・サントリー文化財団研究助成「学問の未来を拓く」「信仰の世界地図——長崎26聖人信仰の視覚化とその伝播をめぐる」（2020 年度～2021 年度）。※本来2021 年7月に終了する予定が、コロナ禍により在外調査ができないことで延期中。

[分担者]

- ・科学研究費補助金(基盤研究 B)「近世・近代世界におけるトランスカルチュレーションの比較研究」研究代表者:安村直己(青山学院大学)、2021 年度～2023 年度。

## 2021 年度の研究成果 (2021 年10月着任以降のもの)

※ すべて単著

[論文]

- ・"Japanese Martyrs in French Jesuit Drama (Late Seventeenth-Early Eighteenth Century): Between Violence and Bienséance", IN: *Japan on the Jesuit Stage: Transmissions, Receptions, and Regional Contexts*, Oba Haruka et al. (ed.), Leiden: Brill, 2021, 87-131. (peer-reviewed)
- ・"Persecutions and Martyrdom in Japan", IN: *The Palgrave Handbook of the Catholic Church in East Asia Vol. 3: Japan*, Cindy Yik-yi Chu et al. (ed.), London: Palgrave MacMillan, 2022. (peer-reviewed)
- ・「17—18世紀 日欧間の聖遺物の旅」(『メトロポリタン史学』第17号、2022年) p. 5～38。

[研究発表]

- ・「16-18 世紀 西欧における殉教観の形成」国際日本文化研究センター共同研究会「西洋における日本観の形成と展開」 2021 年10月23日オンライン開催。
- ・「長崎二十六殉教者の列福(1627)と列聖(1862)」角川文化振興財団『バチカンに眠る日本の記憶——文化と交流 450 年・教皇の知り得た日本』朝日新聞社/上智大学、2021 年11月13日上智大学、オンライン参加。
- ・「偶像・偶像崇拝・暴君の共演——イエズス会と日本の宗教」ReMo(中近世における宗教運動とメディア・世界認識・社会統合)研究講演会シリーズ『中近世宗教史研究の最前線』2021

年12月5日オンライン開催。

・ “De l’ idée de la fille parfaite : Les martyrs féminins dans les récits de la mission japonaise (XVIIe-XVIIIe siècles)”, *Jesuits as promoters of women’s holiness from the 16th to the 19th century*, 4th March, 2022, Université Saint-Louis, Bruxelles, オンライン参加. (peer-reviewed)

・「書評『宣教と適応—グローバル・ミッションの近世』」国立民族学博物館共同研究『近世カトリックの世界宣教と文化順応』2022年3月20日 オンライン開催。

## 2021 年度の教育への貢献

〔後期〕「英語文献購読1A」 佛教大学歴史学部

開出 雄介 (かいで ゆうすけ)

●第11期 特定助教

白眉研究課題：国家責任法の歴史的展開の再検討—現在の議論の前提を問い直す—

## 2021 年度の研究計画と活動

現在の国家責任法に関する議論は、従来妥当してきた国家責任法が、損害払拭の責任法(違法行為と、他国が被った物質的・精神的損害を責任の要件とする責任法。国内法でいえば不法行為法に類似している)であることを前提として行われているが、現在行き詰まりに陥っている。2001年に国連の権威ある補助機関(国連国際法委員会(ILC))が、国家責任法に関する国際条約の草案(いわゆる国家責任条文)を採択したが、これは上記不法行為法的な責任法に、「あるべき(lex ferenda)」責任法としての、国際共同体あるいは条約共同体の公益、共通利益に基づく、関係国の出訴資格、原告適格を認める責任法(国内法でいえば、民衆訴訟に類似するもの)を付け加えることを提案するものだった。しかしこの草案には、国家責任法の大家であるフランスの国際法学者 B. Stern から、合法性コントロール説と呼ばれる、国家責任法の機能は国際法の合法性を確保することであり、違法行為のみから生じる法的損害という概念を国家責任法に付け加えるべきであるという立場に基づく有力な反論がなされ、議論が膠着状態に陥っているのである。

申請者は以上の状況に対して、現在の国家責任法に関する議論において前提とされている、これまでに妥当してきた責任法とは損害払拭の責任法であるという理解がそもそも適切なのか、という問題意識をもっている。というのも、国家責任法がそれを通じて形成されてきたと言われる外交的保護(他国領域内の自国民が被った国際法上違法な損害について本国が行う責任追及)のリーディングケース(国際司法裁判所(ICJ)の前身である常設国際司法裁判所(PCIJ)における、Mavrommatis 事件判決(1924))を慎重に読み直すと、ここにおいては、損害払拭の責任法とは全く異なった論理で責任を認められていること、すなわち、国家が他の国家にした約束が、約束をした国家によって遵守されなかったことを根拠に(国内法でいえば、契約責任法に類似して状態で)責任が認められていることが、明らかになるからである。

2020 年度(2021 年1月から3月)は、以上の問題意識から外交的保護の歴史的展開について研究を進め、論文として完成することができた。これによって2021 年9月には東京大学より博士号が授与された。2021 年度には、かかる得られた成果をさまざまな研究会で報告する機会に恵まれた(北海道大学国際法研究会、京都大学国際法研究会、東京大学国際法研究会において、研究報告を行なった。また、8月には白眉セミナーにおいて、研究成果の一部を報告することができた。)。これを踏まえ今後、論文の公表を早急に準備する予定である。

## 2021 年度の競争的研究資金

村田学術振興財団 研究助成(2020 年7月～2021 年6月)

## 2021 年度を受賞・表彰等

博士論文特別優秀賞(東京大学大学院法学政治学研究科)(2021 年9月)

## 白眉研究課題：細胞のクローン進化から迫る疾患の病態解明

## 2021 年度の研究計画と活動

我々ヒトは、約 40 兆個の細胞からなる多細胞生物である。各細胞は大まかには受精卵と共通する遺伝子情報を有する一方で、受精卵から各細胞に至るまでの細胞分裂の度に固有の遺伝子変異を獲得し、どの細胞を比べてもゲノム情報が完全に一致することはない。このことは、一人の個体のなかで、DNA レベルで約 40 兆個の多様性が生み出されていることを意味する。これと同時に個々の細胞同士は幹細胞性の維持や分裂速度の違いから必然的に生存競争に曝されており、多様性と相まって自然選択のプロセスが生じる。この自然選択の一つの帰結として癌が生じるが、様々な疾患によっても細胞を取り巻く環境が変わり、各疾患固有の進化のパターンが生じると想定される。本研究では、この細胞のクローン進化を解析する事により、癌や慢性疾患の病態解明に挑む。

2021 年度は本研究の初年度であり、これまでの研究活動の継続と、新たな研究の立ち上げを行った。これまでからの継続研究として、「正常乳腺におけるクローン拡大と発がん」、「大腸がんの分子分類と予後解析」などがあり、白眉前の所属研究室の大学院生とともに論文作成に向けた解析を実施した。新たな研究として、大腸、胃、子宮、胆管、皮膚、中枢神経、腎、脾などの臓器について解析を開始した。

## 2021 年度の競争的研究資金

科学研究費補助金（基盤研究 B） 大腸上皮細胞のゲノム解析による大腸発がん基盤の解明 研究代表者 2020-2022 3,900 千円

科学研究費補助金・挑戦的研究（萌芽） 胆管上皮細胞のゲノム解析による原発性硬化性胆管炎の病態および発がん基盤の解明 研究代表者 2020-2021 2,500 千円

科学研究費補助金（基盤研究 B） 食道がん化における初期のゲノム異常の解明-多発ヨード不染の網羅的ゲノム解析- 研究分担者 2020-2023 500 千円

## 2021 年度の研究成果

招待講演：

2022 年 2 月 17 日 Crohn's & Colitis, Let's Meet everyONE! (CC LeMON) 潰瘍性大腸炎における上皮細胞の自然選択について～遺伝子変異クローン進化の観点から～

2022 年 1 月 20 日 京都大学医学研究科大学院教育コース・腫瘍学領域 Clonal expansion in non-cancer tissues

2021 年 10 月 2 日 第 80 回日本癌学会学術総会 On the origin of cancer

2021 年 10 月 15 日 がんの分子医学セミナー -Liquid biopsy を含めて- 大腸上皮細胞のクローン進化に及ぼす慢性炎症の影響

## 2021 年度の受賞・表彰等

2021 年 4 月 6 日 「令和 3 年度科学技術分野 文部科学大臣表彰 若手科学者賞」 文部科学省

## 2021 年度の教育への貢献

2021 年 5 月 12 日 京都大学医学部学生講義 病理学総論 腫瘍 (5) 「癌遺伝子と癌抑制遺伝子」

## 白眉研究課題：植物土壌フィードバックに着目した森林の温暖化に対する応答予測

## 2021 年度の研究計画と活動

今年度は中心テーマである植物土壌フィードバック研究に関するフィールドワークに膨大な時間を割くことができた。コロナワクチン接種を行う 8 月まではフィールドワークを中心とする活動は大きく制限され、基盤 B 採択課題の研究などを計画通り始めることは難しかった。しかし、2 回目接種が終了した 8 月頃より京都大学芦生研究林に頻繁に通い、かつてない大規模な植物土壌フィードバック実験の準備を着実に進めることができた。11 月までの 4 ヶ月間のほとん

ど全ての週末を捧げ、芦生研究林での種子採集を行った。林内をドライブしながら 4m の高枝切り鋏を用いて林内に自生するおよそ 70 種の樹木の種子 100,000 個以上を採集し、播種までの間、冷蔵保存を行なった。3 月にこれらの種子を育苗連結ポットにまき、現在、来年度にむけた実生栽培実験のための実生を育成している。日々の水やりが日課である。また同様の種子採集を吉田山でも行い、20 種以上の種子採集を行った。これらの種子は、来年開講予定の ILAS セミナー「群集生態学入門」にて学生と一緒に植物土壌フィードバック実験に用いる予定である。これは教育と研究の両方を同時に進める野心的な試みである。

また所属研究室において土壌微生物の DNA 実験を行うための設備環境のセットアップを行い、DNA 抽出から PCR までは自力で行う環境を完成させることができた。科研費基盤 B のプロジェクトにおいて、芦生研究林で採集した土壌微生物のサンプルは生態研センターの共同利用制度を活用して、学生 RA 一名とともに分子実験を進めた。また、芦生研究林の長期森林動態やシカ柵を用いた研究の学術論文 2 篇の原稿が完成し投稿準備段階にあるほか、訳本の出版など同時並行で様々なプロジェクトが進んでいる。また、11 期メンバー主催による白眉イベント開催、森

重文先生へのインタビュー、ニュースレター編集、白眉の日の他己紹介など、白眉ならではの行事もメンバーと楽しむことができたことも良い思い出である。7 月にはシカの脅威と次世代型森林再生のロードマップ研究集会を企画開催し、230 名を越す Zoom 参加者があった。



**写真パネル** (左) 芦生研究林にて双眼鏡で高所にある樹木の種子を探す様子。(右 3 枚) 芦生で採集した種子の表面滅菌を行なってポットに播種し、温室で育成する様子。

## 2021 年度の競争的研究資金

- 基盤研究 (B) シカ食害が招く森林衰退:植物土壌フィードバックに着目して. 門脇浩明 (代表) ・石原正恵・本庄三恵・立木佑弥 (分担者) 2021-2026. 2021 年度: 4,810 千円 (直接経費: 3,700 千円、間接経費: 1,110 千円)
- 基盤研究 (B) 生物群集における共進化過程に着目した生態系復元の実証研究. 内海俊介 (代表) ・門脇浩明・吉田俊也・小林真 (分担者) 2019-2024. 2021 年度: 2,990 千円 (直接経費: 2,300 千円、間接経費: 690 千円)
- 挑戦的研究 (萌芽). 人はどのように、自然に感動するのか: フィールドで計測する文化的生態系サービス. 伊勢武史 (代表) 内田由紀子・大庭ゆりか・門脇浩明 (分担者) 2018-2022. 期間合計 6,500 千円 (直接経費: 5,000 千円、間接経費: 1,500 千円)
- 生態学研究センター公募集会. 「シカの脅威と次世代型森林再生のロードマップ研究集会」 門脇浩明 (代表) 石原正恵・本庄三恵 (協力者) 100 千円.

## 2021 年度の研究成果

学術論文 (査読有)

- Effects of forest cover on richness of threatened fish species in Japan. Edouard Lavergne, Manabu Kume, Hyojin Ahn, Yumi Henmi, Yuki Terashima, Feng Ye, Satoshi Kameyama, Yoshiaki Kai, Kohmei Kadowaki, Shiho Kobayashi, Yoh Yamashita, Akihide Kasai. Conservation Biology 2021 年 12 月 2 日
- Patterns of community composition and diversity in latent fungi of living Quercus serrata trunks across a range of oak wilt prevalence and climate variables in Japan. Yu Fukasawa, Kimiyo Matsukura, Jörg G. Stephan, Kobayashi Makoto, Satoshi N. Suzuki, Yuji Kominami, Masahiro Takagi, Nobuaki Tanaka, Shuhei Takemoto, Haruo Kinuura, Kunihiro Okano, Zewei Song, Mayuko Jomura, Kohmei Kadowaki, Satoshi Yamashita, Masayuki Ushio. Fungal Ecology 101095-101095 2021 年 7 月

招待講演（口頭発表）

- Deer overbrowsing and its impact on tree communities: insights from long-term forest dynamics and deer exclusion experiment in the Ashiu Research Forest. Kohmei Kadowaki, Masae Ishihara. 3rd GLP Asia Conference GLP (Global Land Development) Asia 2021
- 植物群集の共存機構研究：操作実験から長期観測まで。門脇浩明。12月11日若手で語ろう！生態学「植物を巡る生態学」（企画者：中臺亮介ほか 後援：日本生態学会関東地区会）

そのほか口頭発表など5件、エッセイ寄稿2件など

#### 2021 年度の教育への貢献 Social contribution in AY2020

- 京都大学高等教育院「生物学実習 I」春セメスター
- 森林科学専攻「研究林実習 I」秋セメスター
- 立命館大学国際関係学部「Introduction to Natural Science」春・秋セメスター・非常勤講師
- 龍谷大学「民族の自然誌」春セメスター・非常勤講師

ほか、招待講演会講師1件

#### 2021 年度の学界等への貢献

- シカの脅威と次世代型森林再生のロードマップ研究集会。門脇浩明。生態研センターニュース (149) 8-8 2022 年 1 月
- RESEARCH HIGHLIGHTS: 植食性昆虫と土壌菌が樹木の多様性と遷移のカギを握る一樹木の実生を用いた大規模な野外生態系実験で実証-。門脇浩明。生態学研究センターニュース (148) 21 2021 年 7 月
- 日本生態学会 近畿地区会委員

ほか生態学会大会関連の部会、学内委員など

#### 2021 年度の社会的貢献

- Yahoo!Japan ニュース。森林の生態壊すシカ 芦生で大規模防除柵 京大が 29 日にネット で研究集会。2021 年 7 月 7 日（インターネットメディア両丹日日新聞）

CANELA Andres (カネラ アンドレス)

●第9期 特定准教授

白眉研究課題：Genome organization as a source of chromosome instability in cancer

#### 2021 年度の研究計画と活動

DNA folding generates torsions that can lead to DNA damage and cancer. I previously found that Topoisomerase 2 (TOP2) releases torsional stress during chromatin loop formation at the same locations bound by CTCF and cohesin. As part of its activity, TOP2 generates a transient break in the DNA that can lead to genome instability and cancer. During AY2021:

1.- Characterization of cells deficient for TOP2. Previously, I generated Abelson-immortalized preB cells with inducible auxin-based degron system (mAID) to deplete TOP2 $\alpha$  in TOP2 $\beta$ -/- cells. In these conditions without any TOP2 activity, I found a modest decrease in the binding of cohesin to chromatin loops. In AY2021, I combined in TOP2 $\beta$ -/- cells the degron of TOP2 $\alpha$  and WAPL. WAPL is the unloader of cohesin and its depletion overloads cohesin in the chromatin and leading to a compaction of DNA by the formation of axial structures by cohesin called “vermicelli. In absence of TOP2, both the accumulation of cohesin and formation of vermicelli are impaired, indicating that TOP2 activity is necessary for DNA compaction upon cohesin overloading. In parallel, I also made in TOP2 $\beta$ -/- cells the combined degron of TOP2 $\alpha$  and RAD21, a component of cohesin. Auxin-induced depletion of cohesin eliminates all chromatin loops but it is rapidly reversible by removing auxin from the media, making chromatin loops to reform. I am now checking whether these dynamics of loops disappearing and reforming depend on

TOP2 activity.

### 2.- Assay torsional stress during loop formation.

The goal is to identify torsional stress produced by cohesin: supercoiling and entanglements in the DNA. I set up the use of psoralen-biotin to map in the genome negative supercoiling. For positive supercoiling, I express a bacterial protein, GapR, that associates in vivo with positively supercoiled DNA with an epitope tag that allows the identification of its binding in the genome by ChIP-seq.

### 3.- Monitor how TOP2 is recruited to loop anchors.

I started to analyze whether TOP2 is actively recruited by cohesin or by the topological stress generated by cohesin entrapping the chromatin, by a system to induce the formation of artificial chromatin loop independent of cohesin.

## **2021 年度の競争的研究資金**

- 1.- さきがけ, Role of DNA topology in genome organization, leader, 2019.10~2023.03, 35,000 千円
- 2.- 科学研究費補助金・基盤研究(B) (H31~H33・日本学術振興会), Genome organization as a source of chromosomal instability in cancer, leader, 2019.4~2021.03, 13,300 千円
- 3.- 科学研究費補助金・挑戦的研究(萌芽) (令和2~3・日本学術振興会), Development of a methodology to map and quantify in the genome DNA single strand breaks, leader, 2020.4~2022.03, 4,000 千円
- 4.- 令和2(2020)年度 基盤研究(A), ゲノム安定性維持機構破綻による遺伝的不安定性のゲノムレベルでの解析 (藤堂 剛), co-researcher, 2020.4~2023.03, 3,000 千円

## **2021 年度の研究成果**

Articles:

1. Wu W, Hill SE, Nathan WJ, Paiano J, Callen E, Wang D, Shinoda K, van Wietmarschen N, Colón-Mercado JM, Zong D, De Pace R, Shih HY, Coon S, Parsadanian M, Pavani R, Hanzlikova H, Park S, Jung SK, McHugh PJ, Canela A, Chen C, Casellas R, Caldecott KW, Ward ME, Nussenzweig A. Neuronal enhancers are hotspots for DNA single-strand break repair. **Nature**. 593, 440-444.
2. Huang SN, Michaels SA, Mitchell BB, Majdalani N, Vanden Broeck A, Canela A, Tse-Dinh YC, Lamour V, Pommier Y. Exonuclease VII repairs quinolone-induced damage by resolving DNA gyrase cleavage complexes. **Sci Adv**. 7, 10.

## **2021 年度の教育への貢献**

I am supervising a master student from professor Minoru Tataka's laboratory at the Radiation Biology Center.

KAMRANZAD Bahareh (カムランザッド バハレ)

●第9期 特定助教

**白眉研究課題: Climate change impact assessment on ocean wave energy and coastal hazards and reducing the uncertainties in pursuit of sustainable development**

## **2021 年度の研究計画と活動**

As well as performing research on wave energy and climate change projections, during AY2021, I expanded my research area to wind energy, extreme events, uncertainties in numerical wave modeling, and broader usage of Machine Learning (ML) in ocean modeling. I worked on joint exploitation and co-location of offshore wind and wave energy in collaboration with Sichuan University, and we have introduced and developed new criteria to find the appropriate areas with suitable potential for both wind and wave energy extraction.

In addition, we have developed a novel methodology for defining the suitable location

and Wave Energy Converter (WEC) simultaneously, for the first time that can be used for any region to prioritize the potential sites for wave energy extraction, in collaboration with Sichuan University and University College Cork.

I also worked on high-resolution wave climate projections in the southern Indian Ocean in collaboration with the French geological survey (BRGM) and CEREMA (France).

Moreover, I have contributed to a project on quantifying the uncertainties in wave modeling (in collaboration with IHE-Delft, University of Lisbon, University of Hamburg, and Bursa Uludag University in which I have been in charge of developing global numerical wave modeling using various configurations in SWAN (Simulating Waves Nearshore) model.

## **2021 年度の競争的研究資金**

JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research KAKENHI (C) No. 20K04705

Project title: Climate change impact on sustainability of wave energy resources in NE Asia and Japan

Role: Principal investigator (PI)

Period: 2020/4/1 – 2023/3/31

Budget: ¥4,290,000

## **2021 年度の研究成果**

### **Peer-Reviewed Journal Papers:**

1. Kamranzad B, Takara K, Louisor J, Guillou N (2022) Wave resource assessment and climate change impacts in Re-union and Mauritius. Coastal and Offshore Science and Engineering. Accepted.
2. Wen Y, Kamranzad B, Lin P (2022). Joint exploitation potential of offshore wind and wave energy along the south and southeast coasts of China. Energy. 123710. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123710>
3. Karunarathna H, Maduwantha P, Ratnasooriya H, De Silva K, Kamranzad B (2021). Wave Power Potential of Sri Lanka. Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka, 54(2), pp.1-6. DOI: <http://doi.org/10.4038/engineer.v54i2.7404>.
4. Kamranzad B, Lin P, Iglesias G (2021). Combining methodologies on the impact of inter and intra-annual variation of wave energy on selection of suitable location and technology. Renewable Energy. 697–713. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.062>.
5. Wen Y, Kamranzad B, Lin P (2021). Assessment of long-term offshore wind energy potential in the south and southeast coasts of China based on a 55-year dataset. Energy. 120225. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120225>.

### **Peer-Reviewed Conference Proceedings:**

6. Wen Y, Kamranzad B, Lin P. (2021) Spatio-temporal analysis of offshore wind field characteristics and energy potential in Southern China. 8th PRIMaRE Conference. Bangor, UK.
7. Ismail S, Takara K, Kamranzad B, Sayama T. (2021) Hydrometeorological Disaster Risk Analysis in the Upper Indus Basin, Pakistan by Using a Global Climate Dataset. The 11th International Conference of the International Society for the INTEGRATED DISASTER RISK MANAGEMENT (IDRim2021).
8. Ke D, Takara K, Kamranzad B. (2021) Heatwave-related health impacts in Japan. The

11th International Conference of the International Society for the INTEGRATED DISASTER RISK MANAGEMENT (IDRim2021).

9. Kamranzad B, Amarouche K, Akpınar A. (2021) Decadal change of global wave energy based on JRA-55 dataset. 14th European Wave and Tidal Energy Conference (EWTEC). Plymouth, UK.

### Invited lectures

#### Invited talks (ACADEMIC):

10. 2022/03/11 Seminar: “Sustainability of ocean renewables”, University of Exeter, Penryn Campus, UK

11. 2022/01/28 Webinar: “Ocean wave energy potential and its sustainability under a changing climate”, Department of Civil & Environmental Engineering, Brunel University London, UK

12. 2021/05/25 Webinar: “Sustainability of Wave Energy in a Changing Climate”, Discussion for Sustainable Futures, Kyoto University, Japan

13. 2021/05/07 Webinar: “Sustainability of Wave Energy in a Changing Climate”, Bedford Institute of Oceanography, Canada

#### Invited talks (PUBLIC):

14. 2022/02/17 Invited public talk “Reaching Net-Zero Emissions with Ocean Renewable Energies, and Japan’s ocean wave energy potential and stability”, Organised by the Daiwa Anglo-Japanese Foundation, London, UK

<https://dajf.org.uk/event/reaching-net-zero-emissions-with-ocean-renewable-energies-and-japans-ocean-wave-energy-potential-and-stability>

[https://youtu.be/Vh\\_cNMJ05BU](https://youtu.be/Vh_cNMJ05BU)

15. 2021/07/02 Panelist at the 2021 Japan-China High-Level Researcher Exchange Meeting – Marine Science (Climate and Environment)

[https://www.hakubi.kyoto-](https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/application/files/3616/2492/3503/20210628_bahareh.pdf)

[u.ac.jp/application/files/3616/2492/3503/20210628\\_bahareh.pdf](https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/application/files/3616/2492/3503/20210628_bahareh.pdf)

16. 2021/06/17 Invited speaker at “Taiwanese-German Sustainability Exchange Program 2021”, Virtual Fish Bowl: Innovative Technologies in Renewable Energy Generation

<https://tgsep.com/speakers.html>

### 2021 年度の教育への貢献

- First semester 2021, Lecturer, “Ocean Renewable Energies”, Institute for Liberal Arts and Sciences (ILAS), Kyoto University, Bachelor degree course
- Second semester 2021, Co-Lecturer, “Global Survivability Risk Management”, Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University, graduate degree course

## 2021 年度の学界等への貢献

### International Contribution:

- As co-founder and chair of International Integrated Wave Energy Research Group (IIWER), <https://www.iiwer.org/>

### As Journal Editor:

- Editorial board of “Coastal and Offshore Science and Engineering” Journal
- Co-editor of “Recent Advances in Wave Energy Resource Assessment”, Journal of Marine Science and Engineering (ISSN 2077-1312, Impact Factor=2.458)  
[https://www.mdpi.com/journal/jmse/special\\_issues/wave\\_energy\\_resource](https://www.mdpi.com/journal/jmse/special_issues/wave_energy_resource)
- Co-Editor of “Advances in Sea State Modeling and Climate Change Impacts” went online in Frontiers in Marine Science (IF=3.070)  
<https://www.frontiersin.org/research-topics/17831/advances-in-sea-state-modeling-and-climate-change-impacts>
- Co-Editor of “Wave Climate”, Climate (ISSN 2225-1154, CiteScore: 3.2)  
[https://www.mdpi.com/journal/climate/special\\_issues/wave](https://www.mdpi.com/journal/climate/special_issues/wave)

### As Conference organizer:

- Session co-convenor, “A-OS20: Ocean renewable energy: resource, impacts and technologies”, Japan Geoscience Union Meeting (JpGU) 2022  
[https://www.jpгу.org/meeting\\_e2022/sessionlist\\_en/detail/A-OS20.html](https://www.jpгу.org/meeting_e2022/sessionlist_en/detail/A-OS20.html)
- Session convenor, “A-OS08: Ocean renewable energy: resource, impacts and technologies”, Japan Geoscience Union Meeting (JpGU) 2021  
[https://www.jpгу.org/meeting\\_e2021/sessionlist\\_en/detail/A-OS08.html](https://www.jpгу.org/meeting_e2021/sessionlist_en/detail/A-OS08.html)
- Member of Technical Committees, 12th International Conference on Renewable and Clean Energy (ICRCE 2022)

### As Journal Reviewer:

Conducted review in AI2021 for the journals:

Scientific Report (Nature), Renewable Energy (Elsevier), Energy (Elsevier), Ocean Dynamics (Springer), Climate Dynamics (Springer), Ocean Engineering (Elsevier), Frontiers in Energy (Frontiers), Applied Energy (Elsevier), Applied Ocean Research (Elsevier), Data in Brief (Elsevier), Water (MDPI), Energy Reports (Elsevier), Dynamics of Atmospheres and Oceans (Elsevier), Energies (MDPI), Oceanologia (Elsevier), Computers & Geosciences (Elsevier), Weather (Wiley), Journal of Geophysical Research: Oceans (Wiley), Journal of Marine Science and Engineering (MDPI)

### Membership:

- Member of “Oceanographic Society of Japan”
- Member of “American Geophysical Union (AGU)”
- Member of “Japan Geoscience Union (JpGU)”
- Member of “Japan Society for Natural Disaster Science (JSNDS)”
- Member of International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR)

## 2021 年度の社会的貢献

### Giving Public Talks:

Please see “*Invited talks (PUBLIC)*” in section ③ of this report.

### Organizing Public Talks:

- May 2021, Co-organized IIWER Webinar #2, Dr. Zhaoqing Yang (PNNL)

- <https://www.youtube.com/watch?v=QrG9JxjjSA4>
- July 2021, Co-organized IIWER Webinar #3, Prof. Liliana Rusu ( “Dunărea de Jos” University of Galati)  
<https://www.youtube.com/watch?v=CMkBPsiNdtI>
  - Oct 2021, Co-Organized IIWER Webinar #4, Prof. Giovanni Besio (University of Genova)  
<https://www.youtube.com/watch?v=8gSFLoEjz28>
  - Feb 2022, Co-organized IIWER Webinar #5, Prof. Harshinie Karunarathna (Swansea University)  
<https://www.youtube.com/watch?v=KLcLNU3A.jGY>

#### Mentioned in the media:

- 京都大学欧州拠点メールニュース No. 80  
[https://www.oc.kyoto-u.ac.jp/overseas-centers/eu/activity/20220104\\_11897/](https://www.oc.kyoto-u.ac.jp/overseas-centers/eu/activity/20220104_11897/)
- Daiwa Foundation Facebook:  
<https://www.facebook.com/DaiwaFoundation/posts/4659520034116024>
- Daiwa Foundation Twitter:  
<https://twitter.com/DaiwaFoundation/status/1494662591968423939>
- Daiwa Foundation website: <https://dajf.org.uk/event/reaching-net-zero-emissions-with-ocean-renewable-energies-and-japans-ocean-wave-energy-potential-and-stability>
- YouTube (Daiwa foundation): [https://youtu.be/Vh\\_cNMJ05BU](https://youtu.be/Vh_cNMJ05BU)

菊谷 竜太 (きくや りゅうた)

●第8期 特定准教授

#### 白眉研究課題：インド・チベット術語集成構築のためのタントラ文献の包括的研究

##### 2021 年度の研究計画と活動

インド密教における百科全書的な注釈書『アームナーヤマンジャリー』第1章の校訂・訳注研究を通して得られた諸情報を国際的データベースプロジェクト ITLR (Indo-Tibetan Lexical Resource) と連携することによって「密教術語集成」を構築するのがプロジェクトにおける基本的な研究計画であった。

『アームナーヤマンジャリー』は極めて大部の著作であり、報告者を含めた国際的な研究プロジェクトが立ち上げられ継続的に研究が進められている。同プロジェクトを主導的に牽引するハンプルク大学 Harunaga Isaacson 教授と国際共同研究を進めるために定期的にハンプルクを訪問し、『アームナーヤマンジャリー』の校訂・訳注作業を進めてきた。成果の一端は一昨年の3月(2020年)にハンプルク大学で開催した国際シンポジウム「Toward a Construction of an International Network of Sanskrit Manuscript Study」で報告したが、来年度(2022年度)に新たなシンポジウムの開催を予定している。

しかしながら昨年発生した Covid-19 の世界的流行によって、突如渡航することが難しくなり、現地で収集・保管していた資料にアクセスすることも困難になった。Isaacson 教授とは定期的にオンラインで連絡を取ることができているものの、時差に加えて環境の変化によって当初予定していた作業にも若干の遅れが出ている。

一方アジアの伝統医学に関わる研究については近く論文にまとめる予定である。

また東北大学と連携し同大学が保管するデルゲ版チベット大蔵経のデジタル化に向けて調査を行ってきたが、その過程でそれとは別に河口慧海の将来によるチベット蔵外文献が多数所蔵されていることが明らかになった。現在目録化を進めている。

##### 2021 年度の競争的研究資金

- 2019.4-2022.3 「『アームナーヤマンジャリー』梵蔵バイリンガル写本に基づくインド密教注釈文献の研究」日本学術振興会、研究代表者、基盤研究C(課題番号19K00055)、4,290千円(直接経費:3,300千円、間接経費:990千円)(延長予定)
- 2019.4-2022.3 「アジアの伝統医学における医療・医学の倫理と行動規範、及びその思想史的研究」日本学術振興会、研究分担者、基盤研究A(課題番号19H00515)、総額43,810千円(直接経費:33,700千円、間接経費:10,110千円)

3) 2021. 4-2022. 1「インド撰述文献にもとづく施護訳仏典の流派的解明」令和2年度中野義照博士奨学金奨励研究、研究代表者、総額 30 千円

## 2021 年度の研究成果

- 1) 研究発表：「ラトナーカラシャーンティとダルモータラ」、2021 年度密教研究会学術大会、オンライン開催、2021 年 7 月 10 日
- 2) 研究発表：「遠伝口授説と近伝埋蔵説-パ・ダンパ・サンギェにまつわる聖者の法灯」、新「ブラフマニズムとヒンドウイズム」研究会発表資料、オンライン開催、2021 年 7 月 27 日
- 3) 研究発表：「ヤショーバドラ『金剛句心髓集難語釈』について」、第 3 回密教文化研究所研究会発表資料、オンライン開催、2021 年 11 月 19 日
- 4) 研究論文：「ヤショーバドラ『金剛句心髓集難語釈』について」、『バウダコーシャニュースレター』Vol. 10、pp. 13-24、2022 年 3 月 10 日

## 2021 年度の学界等への貢献

印度学宗教学会評議員（2018 年度より）

## 2021 年度の社会的貢献

課題研究：印度学宗教学会「疫病とブッダ」、オンライン開催、2021 年 6 月 19 日

草田 康平（くさだ こうへい）

●第 11 期 特定准教授

白眉研究課題：統計学を用いたハイエントロピー合金触媒の開発手法の構築と革新的触媒開発

## 2021 年度の研究計画と活動

本年度研究費としていただいた 350 万円は純水製造装置をはじめ、実験に必要な小型備品、試薬の購入、共同研究打ち合わせに伴う旅費に使用し、不自由なく実験を行えた。研究面では、iCeMS 北川グループが得意とする PCP/MOF と自身の専門である金属ナノ粒子を掛け合わせた新しい材料開発を継続しつつ、分担者として参画している特別推進研究の代表者である理学研究科化学専攻北川宏研究室にも連携准教授として受け入れ態勢を整えていただくことで、研究が加速した。また、自身の研究テーマに関しては、前年度から行っている Ir、Pd、Pt、Rh、Ru の 5 元素から成るハイエントロピーナノ合金を様々な金属組成で合成し、その水素発生反応における電極触媒活性の評価を継続した。少しずつ統計処理を行い始め物性と相関のあるパラメーターが見えつつあるが、組成のばらつきなど完全な乱数ではなく、ある程度恣意的な数値を用いたほうが良い可能性が見えてきた。また、この過程でハイエントロピーナノ合金の結晶構造や電子構造の組成依存性を見出すことができ、現在、その結果を論文にまとめ、近日投稿予定である。

その他の活動としては、本年度は他の白眉研究者との連携で、ガンダーラ仏教美術史を専門とする田辺理特定准教授（11 期）と交流もできた。きっかけは白眉キャンプの他己紹介であり、お互いの研究内容を知った後、田辺さんからコインの元素分析を依頼された。研究内容がかけ離れていたため当初は共同することは想像できなかったが、実際にコインの分析を行ってみると時代によりその成分に変化があり、まずまずの結果を得ることができた。美術史に貢献できたことは白眉ならではの感覚とあり、これをきっかけにその他の研究者との交流や、我々の結果を知ることによって他の白眉研究者の交流を促進できれば幸いである。

## 2021 年度の競争的研究資金

1. JST さきがけ 原子・分子の自在配列と特性・機能 1 期生  
「金属ナノ粒子における原子の三次元自在配列技術の構築」代表、(2020-2023)、19,000,000 円 (2021 年度)
2. 科研費 基盤 (B) 「多変量解析によるハイエントロピー合金 (HEA) 触媒の開発と超 HEA ナノ粒子の創製」代表、(2021-2023)、5,700,000 円 (2021 年度)
3. 科研費 特別推進研究 「非平衡合成による多元素ナノ合金の創製」分担、(2020-2024)、1,000,000 円 (2021 年度)

## 2021 年度の研究成果

1. Kevin Ament, Hirokazu Kobayashi, Kohei Kusada, Josef Breu, and Hiroshi Kitagawa, “Enhancing Hydrogen Storage Capacity of Pd Nanoparticles by Sandwiching between Inorganic Nanosheets”, *Z. anorg. allg. Chem.* 2022, e202100370
2. Quan Zhang, Kohei Kusada, Dongshuang Wu, Tomokazu Yamamoto, Takaaki Toriyama, Syo Matsumura, Shogo Kawaguchi, Yoshiki Kubota, and Hiroshi Kitagawa, “Crystal Structure Control of Binary and Ternary Solid-Solution Alloy Nanoparticles with a Face-Centered Cubic or Hexagonal Close-Packed Phase”, *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 9, 4224-4232
3. Dongshuang Wu, Kohei Kusada, Yusuke Nanba, Michihisa Koyama, Tomokazu Yamamoto, Takaaki Toriyama, Syo Matsumura, Okkyun Seo, Ibrahima Gueye, Jaemyung Kim, Loku Singgapulige Rosantha Kumara, Osami Sakata, Shogo Kawaguchi, Yoshiki Kubota, and Hiroshi Kitagawa, “Noble-Metal High-Entropy-Alloy Nanoparticles: Atomic-Level Insight into the Electronic Structure”, *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 8, 3365-3369
4. Xuan Quy Tran, Kohei Aso, Tomokazu Yamamoto, Wenhui Yang, Yoshiki Kono, Kohei Kusada, Dongshuang Wu, Hiroshi Kitagawa, and Syo Matsumura, “Quantitative Characterization of the Thermally Driven Alloying State in Ternary Ir-Pd-Ru Nanoparticles”, *ACS Nano* 2022, 16, 1, 1612-1624
5. Kohei Kusada and Hiroshi Kitagawa, “Continuous-Flow Syntheses of Alloy Nanoparticles”, *Materials Horizons*, 2022, 9, 547 - 558
6. Maurizio Selva, Alvis Perosa, Alessandro Bellè, Kohei Kusada, Hiroshi Kitagawa, “C-supported W<sub>0.5</sub>-Ru based Catalysts for the Selective Hydrogenolysis of Glycerol to 1,2-Propanediol”, *Catal. Sci. Technol.*, 2022, 12, 259-272
7. Dongshuang Wu, Kohei Kusada, Susan Meñez Aspera, Hiroshi Nakanishi, Yanna Chen, Okkyun Seo, Chulho Song, Jaemyung Kim, Satoshi Hiroi, Osami Sakata, Tomokazu Yamamoto, Syo Matsumura, Yusuke Nanba, Michihisa Koyama, Naoki Ogiwara, Shogo Kawaguchi, Yoshiki Kubota, and Hiroshi Kitagawa, “Phase Control of Solid-Solution Nanoparticles beyond the Phase Diagram for Enhanced Catalytic Properties”, *ACS Mater. Au* 2022, 2, 110-116
8. Okkyun Seo, L. S. R. Kumara, Jaemyung Kim, Satoshi Hiroi, Kohei Kusada, Hiroshi Kitagawa, and Osami Sakata, “Total x-ray scattering setup for crystalline particles at SPring-8 BL15XU NIMS beamline”, *Review of Scientific Instruments* 92, 113905 (2021)
9. Tayal, Akhil; Seo, Okkyun; Kim, Jaemyung; Kusada, Kohei; Kitagawa, Hiroshi; Sakata, Osami, “Investigation of Local Structure and Enhanced Thermal Stability of Ir-doped PdRu Nanoparticles for Three-way Catalytic Application”, *J. Phys. Chem. C* 2021, 125, 37, 20583-20591
10. Daiya Kobayashi, Hirokazu Kobayashi, Kohei Kusada, Tomokazu Yamamoto, Takaaki Toriyama, Syo Matsumura, Shogo Kawaguchi, Yoshiki Kubota, Masaaki Haneda, Susan Meñez Aspera, Hiroshi Nakanishi, Shigebumi Arai, Hiroshi Kitagawa, “Boosting Reverse Water-Gas Shift Reaction Activity of Pt Nanoparticles through Light Doping of W”, *J. Mater. Chem. A*, 2021, 9, 15613-15617
11. Ichihashi, Fumiaki; Tanigaki, Toshiaki; Akashi, Tetsuya; Takahashi, Yoshio; Kusada, Kohei; Tamaoka, Takehiro; Kitagawa, Hiroshi; Shinada, Hiroyuki; Murakami, Yasukazu, “Improved Efficiency in Automated Acquisition of Atomic-resolution Electron Holograms using Automated Target Detection”, *Microscopy*, dfab021
12. Megumi Mukoyoshi, Hirokazu Kobayashi, Kohei Kusada, Kazuya Otsubo, Mitsuhiko Maesato, Yoshiki Kubota, Tomokazu Yamamoto, Syo Matsumura and Hiroshi Kitagawa, “Ni@onion-like carbon and Co@amorphous carbon: Control of carbon structures by metal ion species in MOFs”, *Chemical Communications*, 2021, 57, 5897 - 5900

## 2021 年度の受賞・表彰等

1. 日本化学会第 71 回進歩賞『非平衡合成法を用いた固溶化と相制御による機能性金属ナノ粒子の開発』
2. 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム 令和 3 年度「秀でた利用成果」優秀賞『非平衡合成による多元素ナノ合金の原子分解能構造解析』

## 白眉研究課題：含遷移金属人工酵素の創出

## ① 2021 年度の研究計画と活動

2021 年度の大半は前職である乙卯研究所にて研究活動を行った。具体的には、②に示す若手研究課題である「エン反応を利用したアリル位炭素-水素結合の自在変換」に注力した。本研究では、エン反応を利用したアリル位 Csp<sup>3</sup>-H 結合の位置・立体選択的な官能基化法を開発し、現状では合成が困難なキラルビルディングブロックを簡便に供給する基盤技術の確立を目指すものであり、本研究によりこれまで多段階不斉合成において冗長ながらも定石のごとく扱われていた一連の反応群を革新し、有機合成化学のみならず創薬開発の発展にも寄与することを最終目的としている。2021 年度は、アゾ化合物と不飽和炭化水素の一種である末端アルケンとのアゾ-エン反応において、ヘキサフルオロ-2-プロパノールなどの含フッ素アルコールが劇的に反応を加速することを発見し、③に示す論文として報告した。

## ② 2021 年度の競争的研究資金

日本学術振興会・科学研究費助成事業 若手研究「エン反応を利用したアリル位炭素-水素結合の自在変換」研究代表 2021-2023 2021 年度：2,990 千円（直接経費：2,300 千円、間接経費：690 千円）

科学技術人材育成補助金 卓越研究員事業「アルカンおよびタンパク質中の炭素-水素結合の精密変換」研究代表 2021-2026 2021 年度：10,000 千円

## ③ 2021 年度の研究成果

Yusuke Kuroda, Palladium-Catalyzed [1,3]-O-to-N Rearrangement of Allylic-Imidates. *Synlett* **2022**, 33, 98.

Yusuke Kuroda, Remarkable Solvent Effect of Fluorinated Alcohols on Azo-Ene Reactions. *Chem. Pharm. Bull.* **2022**, Accepted.

## ④ 2021 年度の教育への貢献

京都大学薬学部にて「基礎創薬研究」の外部講師として講演を行った。

## 白眉研究課題：内陸アジアにおける書写文化の急発展と諸胡の興起

Boom of writing and rise of "Huns" in Inner Asia

## 2021 年度の研究計画と活動

In AY2021, I readapted my life back to Kyoto. In addition to assisting the Hakubi Camp (11 Dec.), I delivered an opening talk about fieldwork in Kucha at the Hakubi Seminar on 11 January 2022, then a main talk for the following seminar on 25 January (based on A1, B1, C1, *infra*). I organized the one on 1 February concerning its title and mode, until I had to adjust my fieldwork and mission schedule of February due to the circumstances of Covid-19: although most of my fieldwork project is to be postponed, I established contact with a few local papermaking workshops.

- **Secular documents in Kuchean and other ancient languages.** Based on my discovery of the term of *shuiliang* 税糧 in Chinese and Kuchean (Tocharian B, an Indo-European language) in 2008 - a special tax to be paid in the grain and imposed by the Tang 唐 Dynasty on the oasis around the Tarim Basin - I prepared the edition together with Rong Xinjiang (Peking University) of a group of Chinese documents from Khotan now kept by the National Library of China 中国国家図書館 and the Museum of Renmin University of China 中国人民大学博物館 (A5, A6, A7, A8). In these papers, I treated data written in Chinese, Kuchean and Khotanese (a Middle Iranian language), and more about this tax are being prepared in steady progress.

### - Decipherment of “Kucha-Kharoṣṭhi”

In addition to paper A2, I submitted my report on the wooden Kharoṣṭhi items in the National Museum of Korea in June 2021. It is to be published by the Museum in Korean in its research report series (with Chinese, English and Japanese abstracts).

### - History of Inner Asia

Thanks to the help of Prof. Kuwayama and Prof. Inaba, my **translation** on the chronology of Kujula Kadphises, the founder of the Kushan Empire, was finished opportunely. It helps to make up my ideas for writing “the Kushans in Chinese sources” and “the Kushan heritage in Kucha” for *The Kushan World History* (Routledge). By the end of 2021, I finished my report for the French Academic Year 2020–2021 (A3, A4). Then I was invited to contribute a chapter about the Tarim Basin from the Han 漢 to the Tang 唐 periods in the *Asie Centrale*, a book for French students in the series *Nouvelle Clío* to be published by *Les Presses universitaires de France*.

My results in AY 2021 are fruitful (©: marked with my current position at Kyoto University). Although many of them were published or ready for it before October, my plan designed for the Hakubi Program in all these aspects are ongoing, and more are coming in future.

## 2021 年度の研究成果

### A) Journal articles (all peer-reviewed)

1. CHING Chao-jung, Kazuyuki ENAMI and Yoshihiro OKADA, “Paper in eighth-century Kucha: Discovery of cotton fibres within Chinese and Kuchean documents”, *Central Asiatic Journal* 63, 1/2 (2020): 71-104. (Printed in May 2021; in English, with Chinese abstract)
2. 慶昭蓉「亀茲与貴霜—從一件黃文弼文書談起」『西域文史』15 (2021): 833-847. (Printed in summer 2021; in Chinese, with English abstract)
3. CHING Chao-jung and Frantz GRENET, “The golden *Poluo* in Sogdiana: an in-depth analysis of the *Suishu* 隋書 and *Tongdian* 通典 passages”, *Pis'mennye pamjatniki Vostoka* 18/3 (2021): 127-147. (Printed in October 2021; in English, with Russian abstract)
4. Frantz GRENET, with the collaboration of CHING Chao-jung, “Nouvelles approche des sources chinoises (principalement le *Tongdian*) sur l'Asie centrale à l'ouest des Pamirs”, *Annuaire du Collège de France* 2020-2021, *Résumé des cours et travaux*. (Submitted in December 2021; in French)
5. 慶昭蓉、榮新江「和田出土大曆建中年間稅糧相關文書考釋 - Analysis on the documents related to the tax of *shuiliang* between 774-786 AD and discovered from Khotan」『西域文史』16 (2022) (Accepted in November 2021; in Chinese, with English abstract) ©
6. 慶昭蓉、榮新江「和田出土唐貞元年間傑謝稅糧及相關文書考釋 - Analysis on the documents related to the tax of *shuiliang* around 790 AD and discovered from Khotan」『敦煌吐魯番研究』21 (2022). (Accepted in January 2022; in Chinese, with English abstract) ©
7. 慶昭蓉、榮新江「唐代磧西“稅糧”制度鉤沉 - Probing into the taxation system of *shuiliang* in the Four Garrisons of the Tang period around the Tarim Basin」『西域研究』2022/2: 47-72. (Accepted in Jan. 2022; forthcoming in April 2022; in Chinese, with English abstract; e-paper published on 2 Mar. 2022 at CNKI, see <https://kns.cnki.net/kcms/detail/65.1121.C.20220301.1055.004.html>) ©
8. RONG Xinjiang and CHING Chao-jung, “Khotanese Names in Chinese Documents: A new set

of inhabitants in Gaysāta”, paper dedicated to a Festschrift. (Submitted in March 2022; in English) ◎

**B) Chapters in Books / Festschrift papers** (all peer-reviewed)

1. 慶昭蓉「融通文理，一以貫之：二十世紀初期魏思納 (Julius Wiesner) 庫車、和闐出土古紙研究撮述」鄭阿財、汪娟主編『張廣達先生九十華誕祝壽論文集』，台北，新文豐，2021年，785-832頁。(Printed in May 2021; in Chinese)
2. CHING Chao-jung, “He sat down on the grass under a Nyagrodha tree: On the Kuchean word *atiyo\**~*atiya\** in Kumtura mural painting captions.” In: Fellner, Hannes A., Melanie Malzahn, Michaël Peyrot (eds.) *Luke wmer ra. Indo-European studies in honor of Georges-Jean Pinault*. Ann Arbor/New York: Beech Stave, 101-113, 2021. (Limited samples printed in Dec. 2021)

**C) Conference proceedings**

1. 慶昭蓉「從棉纖維在新疆出土古紙的出現談起 - On the discovery of cotton fibres within ancient paper fragments from Xinjiang」，榮新江（主編）『絲綢之路上的中華文明』，北京，商務印書館，86-141頁。(Final draft in 2020, proofreading in Jan. 2022; publication date: March 2022; in Chinese)
2. 荻原裕敏、慶昭蓉「略論《梵語雜名》漢字音寫方式的發聲特色 - Some remarks on the phonetic features of the Chinese transcriptions in the *Fanyu zaming*」，榮新江（主編）『絲綢之路上的中華文明』，北京，商務印書館，375-491頁。(the same as C1)

**D) International Conferences** (invited only)

1. CHING Chao-jung, “Daily expenses in Kuchean manuscripts: On the socio-economic document fragments discovered from the Kizil Grottoes”, the International Symposium on *Daily life on the Silk Road*, (9-10 Sept. 2021; Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, speech delivered via Zoom).
2. CHING Chao-jung, “The ‘library’ at the Kizil Grottoes: Some more reflection on the use of wood and paper as recyclable material”, the Second International Codicological Conference “Oriental Manuscripts: Scriptoria, Monastic Libraries and Book Workshops in the East in the Middle Ages” (15-17 Nov. 2021, St. Petersburg: Institute of Oriental Manuscripts of the Russian Academy of Sciences; presentation via Zoom) ◎
3. CHING Chao-jung, “Buddhist monasteries to the south of the Tianshan Mountains in the 5th-8th centuries CE”, for a collaborative lecture series “German-Japanese Collaboration Part. 2, Studies on Buddhist Monastic Cultures” (22 March 2022, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Oriental Institute, Seminar for Southasian Studies and Indology, Indology / The Vihāra Project (JSPS KAKENHI Grant No.18H03569, “Comprehensive Studies of Indian Buddhist Monasteries from the Gupta Period Onward” ; lecture delivered via Zoom)

**2021 年度の受賞・表彰等**

1. Prix Ikuo Hirayama 2021 of the *Académie des inscriptions et belles-lettres, Institut de France*: On 28 May 2021, I, together with Dr. ZHAO Li (Kucha Academy), Prof. RONG Xinjiang (Peking University) and Dr. OGIHARA Hirotooshi (6<sup>th</sup>-batch Hakubi Researcher), won the prize for our publication of the *Cave inscriptions in Ancient Kucha* 龜茲石窟題記 (Shanghai: Zhongxi Book Company, 2020, 3 volumes).
2. On 18 June 2021, the *Cave inscriptions in Ancient Kucha* 龜茲石窟題記 (Vol. I, Report volume, written by CHING Chao-jung, OGIHARA Hirotooshi and ZHAO Li; Vol. II. Plate volume, Image processing by CHING Chao-jung; Vol. III. Collection of Research Papers,

written by ZHU Yuqi et al.) was selected as the **Top 10 Academic Researches of Year 2020** (2020絲綢之路文化遺產十大學術成果) by the Institute for Intercultural Dialogue on the Silk Roads 國際絲綢之路與跨文化交流研究中心 (Hangzhou, China).

#### 2021 年度の教育への貢献

**January - June 2021:** Seminar “Nouvelles approche des sources chinoises (principalement le Tongdian) sur l’Asie centrale à l’ouest des Pamirs” at the Collège de France for French Public. (to be continued in May-June 2022 as my double engagement, see <https://www.college-de-france.fr/site/frantz-grenet/seminar-2022-05-12-10h30.htm>)

**21 December 2021:** At the invitation of Prof. YOKOCHI Yuko, I delivered a talk to a English/Japanese seminar for young scholars and students in Indology, based on the paper **A4**.

#### 2021 年度の学界等への貢献

**Reviewer for Academic Journal:** *Acta Asiatica Varsoviensia* (Polish Academy of Sciences)

◎

**Manuscript edition and translation:** 拉什曼 (Simone-Christiane Raschmann) ・慶昭蓉整理、慶昭蓉訳「附録：德国吐魯番探險隊檔案中的魏思納未刊手稿〈新疆的紙（吐魯番）〉」鄭阿財、汪娟主編『張廣達先生九十華誕祝壽論文集』，台北，新文豐，2021年，833-847頁。（in German and Chinese, with English title “J. Wiesner, ‘Ostturkestanische Papiere (Turfan)’ , unpublished handwriting report in the Acta of German Turfan Expeditions”）

**Translation:** 桑山正進撰・慶昭蓉訳「貴霜丘就却之歿年」(The rise of the Kushan Empire and the year of Kujula Kadphises’ demise), 『西域文史』16(2022), forthcoming. Translated from Kuwayama Shoshin 桑山正進「貴霜丘就却の歿年」『東方學報』[京都] 92 (2017): 77-134. (submitted in Oct. 2021; peer-reviewed and accepted in Nov. 2021) ◎

**Affiliation** to the Société Asiatique (Institut de France) on 18 March 2022.

#### 2021 年度の社会的貢献

Participation in the organization of the exhibition “研究展示会「文化財デジタルアーカイブへの挑戦 大谷探検隊と西本願寺の仏教文化の復元をめざして」” (3-4 December 2021) held by the Digital Archives Research Center at the Ryukoku Museum 龍谷ミュージアム, where I contributed an exhibition panel「料紙の組成分析から見るクチャの仏教寺院」(draft and image selection by me, translated into Japanese by OGIHARA Hirotoishi).

坂部 綾香 (さかべ あやか)

●第10期 特定助教

白眉研究課題：地上観測データの統合解析による森林における炭素循環メカニズムの解明

#### 2021 年度の研究計画と活動

森林における炭素循環を理解する上で制約となっているトピックを中心に、国内外のサイトで白眉プロジェクトの遂行に必要なデータの取得・解析を進めた。インドネシアの泥炭湿地林では、zoomを活用して現地のカウンターパートにデータの回収、故障した測器の交換を依頼し、気象・メタン交換量の観測を継続することができた。観測データの共有を通じて、3本の学術論文を発

表した。森林土壌は主要なメタンの吸収源であるが、大気中メタン濃度の上昇に対する応答の理解が課題であり、それを示す長期観測データは非常に限られている。国内の森林で、11 年間にわたる土壌メタン吸収量の観測データを解析し、大気中メタン濃度の上昇に応じて吸収量が増加する様子を明らかにした。現在、学術論文を投稿準備中である。森林におけるメタン動態は、従来土壌を中心に考えられてきたが、樹木からのメタン放出量が無視できない可能性がある。メカニズム理解の不足ゆえに、全球メタン収支でも考慮に入られていない。自動観測装置を製作して樹幹からのメタン放出量を連続観測した結果、土壌で生成されたメタンがガス態で幹を移動して大気へ放出されることを示した。その結果を学術論文として発表し、日本地球惑星科学連合で発表した。さらに、根を顕微鏡観察することでガスの通り道を確認、現在、学術論文を投稿中である。国内外の森林で気象・ガス交換量の長期観測を継続すると同時に、新しい微量ガス交換量の測定に向けてサンプリング装置の開発に取り組んだ。従来の方法では評価できない同位体・生物起源微量ガス交換量の測定に活用する予定である。装置の性能を検証した結果について、日本地球化学会で発表を行った。また、2021 年 3 月からは兵庫県加古川市のため池で微気象学的手法による温室効果ガス交換量の観測を開始した。播磨地区にため池は多く存在するが、地域の気象、温室効果ガス収支に果たす役割が調査された例はほとんどない。通年連続観測に成功し、指導した学生が課題研究として発表し、日本陸水学会で発表を行った。

## 2021 年度の競争的研究資金

- (代表) 科研費・若手研究「ため池からの温室効果ガス放出量の定量評価と放出機構の解明に関する研究」、2020-2022 年度、直接経費 3,000 千円
- (代表) 住友財団環境研究助成「枯死木を含めた樹木が森林における温室効果ガス収支に果たす役割の解明」、2021-2022 年度、1,500 千円
- (分担) 科研費・挑戦的研究(萌芽)「経験的なパラメーター」に依存しない新しいフラックス測定法の開発」、2019-2021 年度、直接経費 500 千円
- (分担) 科研費・基盤研究(B)「瀬戸内少雨地域のため池が地域的な気象緩和と温室効果ガス放出に及ぼす影響の解明」、2020-2022 年度、直接経費 200 千円
- (分担) 科研費・基盤研究(B)「頻発する短時間強雨に対する湿地生態系の応答：突発的メタン放出の定量評価」、2021-2023 年度、直接経費 300 千円

## 2021 年度の研究成果

(論文・査読付き・国際誌)

1. Controlling Factors of Seasonal Variation of Stem Methane Emissions from *Alnus japonica* in a Riparian Wetland of a Temperate Forest (2021) Ayaka Sakabe, Kenshi Takahashi, Wakana Azuma, Masayuki Itoh, Makiko Tateishi, Yoshiko Kosugi, Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 126(10), e2021JG006326.
2. Vertical profiles of methane concentration above and within the canopy of a temperate Japanese cypress forest (2021) Kenshi Takahashi, Ayaka Sakabe, Akito Kanazawa, Yoshiko Kosugi, Atmospheric Environment: X, 12, 100143.
3. Methane emission is independent from silicon availability in warm-temperate *Chamaecyparis obtusa* forest soils from diverse topographic positions (2022) Ryosuke Nakamura, Ayaka Sakabe, Kenshi Takahashi, Geoderma, 406, 115533.
4. Gap-filling eddy covariance methane fluxes: Comparison of machine learning model predictions and uncertainties at FLUXNET-CH<sub>4</sub> wetlands (2021) Irvin J, Zhou S, McNicol G, Lu F, Liu V, Fluet-Chouinard E, Ouyang Z, Knox S.H, Lucas-Moffat A, Trotta C. et al. (82 番目) Agricultural and Forest Meteorology, 308-309, 108528.
5. Identifying dominant environmental predictors of freshwater wetland methane fluxes across diurnal to seasonal time scales (2021) Sara Helen Knox, Sheel Bansal, Gavin McNicol, Karina Schafer, Cove Sturtevant, Masahito Ueyama, Alex C. Valach, Dennis Baldocchi, Kyle Delwiche, Ankur R Desai, Eugenie Euskirchen et al. (52 番目) Global Change Biology, 27(15), 3582-3604.
6. FLUXNET-CH<sub>4</sub>: A global, multi-ecosystem dataset and analysis of methane seasonality from freshwater wetlands (2021) Kyle B. Delwiche, Sara Helen Knox, Avni Malhotra, Etienne Fluet-Chouinard, Gavin McNicol, Sarah Feron, Zutao Ouyang, Dario Papale, Carlo Trotta, Eleonora Canfora et al. (65 番目) Earth System Science Data, 13(7) 3607-3689.

(招待講演)

1. 森林における水文循環がメタンガス交換に与える影響, 土壌物理学会, 2021/10/30

#### 2021 年度の教育への貢献

1. 森林水文・砂防学実験及び実験法 (京都大学農学部)
2. 森林基礎科学実習Ⅱ (京都大学農学部)
3. 森林フィールド系実習及び実習法 (京都大学農学部)
4. 森林水文学専攻実験 1, 2 (京都大学農学研究科)
5. 森林水文学専攻演習 1, 2 (京都大学農学研究科)
6. 環境学基礎実験 1 (兵庫県立大学環境人間学部)
7. 環境学実験 1, 2 (兵庫県立大学環境人間学部)

#### 2021 年度の学界等への貢献

1. 農業気象学会「農業気象学会のこれからを考える」パネリスト
2. 学術論文査読 (Journal of Agricultural Meteorology, Catena)

#### 2021 年度の社会的貢献

1. 学術専門誌アグリバイオ 2 月号特集・農業気象学研究の最前線「湿地生態系からのメタン発生に関する新しい理解に向けて」(2022)高橋けんし、坂部綾香, 6(2), 39-42.

下野 昌宣 (しもの まさのり)

★第 8 期 特定准教授

#### 白眉研究課題：脳のネットワーク構造のスケール間融合と体系化

##### 2021 年度の研究計画と活動

2021 年度に、脳皮質における多細胞間ネットワークを、興奮-抑制、各層の違いを考慮して分析した研究が発刊され、号の表紙を飾った[Kajiwar *et al.*, PLOS Computational Biology, 2021]。また、その様な貴重なデータの一部に AI 的分析により効率的にネットワークにおける複雑なパターンを圧縮する分析を行なった論文が biorxiv に公開された[Shirakami, *et al.*, 2021]

これは一脳領域での解析を深化させたものであるが、2020 年度から、基盤研究 B に採択され、本格的に、脳領域間比較へと拡張した研究など、新規な展開が進み、2022 年に学会発表を行うまでに進んだ。

##### 2021 年度の競争的研究資金

- ・ 下野昌宣(代表), 2020-2023, 基盤研究 B (20H04257)  
マイクロ神経細胞ネットワークの広域非一様性の原理解明
- ・ 下野昌宣(代表), 2017-2021, 卓越研究員制度  
神経ネットワークの構造に対する実験と理論の融合研究
- ・ 下野昌宣(分担), 2021-2024, 基盤研究 B (21H01352), 異種マルチエージェントシステム制御における拡散的外部刺激の理論体系の確立と実検証

##### 2021 年度の研究成果

###### 論文:

Kajiwar, M., Nomura, R., Goetze, F., Kawabata, M., Isomura, Y., Akutsu, T., & Shimono, M. (2021). Inhibitory neurons exhibit high controlling ability in the cortical microconnectome. PLOS Computational Biology, 17(4), e1008846.

Shirakami, A., Hase, T., Yamaguchi, Y., Shimono, M. (2021). Neural network embedding of functional microconnectome. bioRxiv.

###### 学会発表:

Saeko Kikuchi, Masanori Shimono

Prediction of clinical symptoms based on global cortical thinning patterns in Parkinson's disease.

organization for computational neuroscience 2021 2021 年 7 月 5 日

Arata Shirakami, Masanori Shimono

Deep neural embedding of neuronal connectivity.

organization for computational neuroscience 2021 2021 年 7 月 4 日

白上新, 鳥羽拓馬, 中本勲, 長谷武志, 下野 昌宣

神経接続データのニューラルネットワーク埋め込み

日本生体医工学会 2021 年 6 月 17 日

菊池紗瑛子, 白上新, 下野昌宣

パーキンソン病における皮質広域での菲薄化パターンに基づいた広範な臨床症状の予測

日本生体医工学会 2021 年 6 月 15 日

### 2021 年度の教育への貢献

医用信号解析学演習 前期前半

医用信号解析学 後期

医用シミュレーション科学 前期後半

シミュレーション概論 (LIMS) 前期集中

### 2021 年度の学界等への貢献

日本生体医工学会大会 現地実行委員

<https://jsmbe60.jp/committee.html>

Organization for Computational Neurosciences, program committee

<https://www.cnsorg.org/program-committee-2021>

張 哲維 (ジャン ジェイウェイ)

★第 11 期 特定助教

白眉研究課題 : Study of coastal processes and the application of green/gray infrastructure to natural disaster reduction and climate change adaptation

### 2021 年度の研究計画と活動

In AY2021, my research activities included numerical modeling, laboratory experiments, and paper preparation. I developed a Boussinesq-type numerical model to study nearshore surface waves and coastal hydrodynamics. This model can simulate wave inundation in coastal areas and the interactions of waves with infrastructure. Focusing on mangroves, one of the major types of green infrastructure for coastal protection, I incorporated the mangrove effects in the developed model based on the experimental results obtained from the previous works. This year I also conducted a series of experiments in Ujigawa Open Laboratory, studying the interactions between waves and coastal pine trees that were idealized as cylinders.

During this fiscal year, three of my papers were published in Coastal Engineering (Elsevier), Coastal Engineering Journal (Taylor & Francis), and Frontiers in Built Environment, respectively. Another manuscript was submitted and is currently under review. Additionally, I was invited to talk at the 43rd Ocean Engineering Conference in Taiwan, mainly presenting the recent progress of the investigation on mangrove forests and their protective function against coastal waves.

Currently, I am preparing the experimental setup for the laboratory tests, which will start at the beginning of the following fiscal year (AY2022). The laboratory tests will focus on mangrove-induced resistance to water waves, mangrove effects on wave attenuation, and wave impacts on engineering infrastructures (e.g., seawalls). Furthermore, I plan to couple the developed Boussinesq-type wave model with Nonlinear

Shallow-water Equation (NSWE) Model. The coupled model will seamlessly simulate waves from ocean to coast, revolving the complicated nearshore physics and providing a more accurate prediction of wave inundation in coastal areas.

## 2021 年度の競争的研究資金

- a) 文部科学省科学研究費助成事業 - 若手研究
  - Project title: Quantitative Evaluation of Coastal Forests on Natural Disaster Mitigation - Considering the Complexity of Vegetation Structures
  - Project leader
  - Term of project: AY2020 - AY2022
  - Amount of the grant budget: 4,971,000 円 (総額)
- b) 文部科学省科学研究費助成事業 - 国際共同研究加速基金
  - Project title: 巨礫分布特性にもとづく 1 万年スケールのスーパー台風評価についての国際共同研究
  - Project co-researcher
  - Term of project: AY2020 - AY2024
  - Amount of the grant budget: 18,850,000 円 (総額)
- c) 文部科学省卓越研究員事業
  - Project title: N/A
  - Project leader
  - Term of project: AY2020 - AY2024
  - Amount of the grant budget: 12,000,000 円 (総額)

## 2021 年度の研究成果

- a) Chang, C.-W., Mori, N. et al., 2022. An experimental study of mangrove-induced resistance on water waves considering the impacts of typical Rhizophora roots (in revision).
- b) Mori, N., Chang, C.-W. et al., 2022. Parameterization of mangrove root structure of Rhizophora stylosa in coastal hydrodynamic model. *Frontiers in Built Environment*, 7: 782219.
- c) Hu, J., Mei, C.C., Chang, C.-W. and Liu, Philip L.-F., 2021. Effect of flexible coastal vegetation on waves in water of intermediate depth. *Coastal Engineering*, 168: 103937.
- d) Chang, C.-W. and Mori, N., 2021. Green infrastructure for the reduction of coastal disasters: A review of the protective role of coastal forests against tsunami, storm surge, and wind waves. *Coastal Engineering Journal*, 63: 370-385.
- e) Chang, C.-W., 2021. Recent investigation on the protective function of mangroves against coastal waves, *Proceedings of the 43rd Ocean Engineering Conference in Taiwan*, 816-818.

## 2021 年度の教育への貢献

- Currently, I am guiding a master student (April 2021 - March 2023) on his research activities, which focus on laboratory experiments to study the greenbelt effects on coastal protection.
- From October to December 2021, I helped supervise two visiting undergraduate students from the Osaka Institute of Technology on their experimental studies in the Ujigawa Open Laboratory (for their B4 research theses).

## 2021 年度の学界等への貢献

- Conference/seminar presentations
  - a) Chang, C.-W., Recent investigation on the protective function of mangroves against coastal waves, *43rd Ocean Engineering Conference in Taiwan*, Taiwan, Nov. 2021
  - b) Chang, C.-W., The potential of nature-based infrastructure for the reduction of coastal disaster risks, *199th Hakubi seminar*, Kyoto University, Japan,

Jun. 2021

- Journal Reviewer Services
  - a) Journal of Fluid Mechanics, Cambridge Core
  - b) Journal of Engineering Mechanics, ASCE
  - c) Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE
  - d) Applied Ocean Research, Elsevier
  - e) Environmental Fluid Mechanics, Springer
  - f) Journal of Ocean Engineering and Marine Energy, Springer
  - g) Coastal Engineering Journal, Taylor & Francis
  - h) Waves in Random and Complex Media, Taylor & Francis
  - i) International Journal for Numerical Methods in Fluids, Wiley
  - j) Meccanica, Springer

杉田 征彦(すぎた ゆきひこ)

★第10期 特定助教

## 白眉研究課題：RNA ウイルスの構造学

### 2021 年度の研究計画と活動

RNA ウイルスおよび宿主生体分子が担う機能の構造基盤を明らかにするために、主にクライオ電子顕微鏡を用いた構造解析を進めている。2020-21 年度前期に所属機関であるウイルス・再生医科学研究所内に最先端クライオ透過型電子顕微鏡を導入し、SARS-CoV-2 を含めた病原ウイルス分子の構造解析が可能になった。その結果、SARS-CoV-2 を含むヒトコロナウイルスの主要抗原 S 蛋白質の生産、性状評価および高分解能構造解析に成功した。また、クライオ電子線トモグラフィ法を組み合わせることで RNA 合成における機能状態のインフルエンザウイルス RNP 構造を2種類明らかにした (Nakano, Sugita *et al.*, Commun Biol, 2021)。その他、マイナス鎖 RNA ウイルスであるマールブルグウイルスの RNP コア構造の決定に至った (Fujita-Fujiharu, Sugita *et al.*, Nature Commun, 2022)。さらに、構造未知だったマイナス鎖 RNA ウイルス NP-RNA 複合体構造および初期構造形成を捉えることにも成功し、現在解析と構造精密化を進めている。その他にも、関西医科大学・寿野良二博士との共同研究において医学的に重要なヒト GPCR 分子構造を複数決定した。このように、本研究を通じてウイルス分子構造に限らず医学・生物学的に重要な分子の構造解明に繋がる様々な研究成果が得られている。また、白眉センター・鈴木雄太博士との共同研究により、タンパク質デザインによって構築した高次構造体のクライオ電子顕微鏡解析を進めている。このようなボトムアップ型アプローチも併用し、ウイルス分子を含めた生体分子の高次構造体形成機構を明らかにしたいと考えている。

### 2021 年度の競争的研究資金

1. 日本学術振興会・科学研究費助成事業 基盤研究(C)「フィロウイルス粒子形成および転写・複製の構造基盤」、研究代表者、2021-2023 年度、3,200 千円
2. 科学研究費補助金 学術変革領域研究 (B)「高次機能性タンパク質集合体の設計法『SPEED』の確立」、計画研究「メゾスケール構造変化能を有する高秩序タンパク質集合体デザイン」、研究分担者 (研究代表者：鈴木雄太)、2021-2023 年度、2,100 千円
3. 日本学術振興会・科学研究費助成事業 基盤研究(B)「JAK-STAT 経路不活化の分子基盤を解明し、ウイルス宿主指向性を理解する」、研究分担者 (研究代表者：尾瀬農之)、2021-2023 年度、2,400 千円
4. 武田科学振興財団・ライフサイエンス研究助成「クライオ電子顕微鏡によるインフルエンザウイルス・リボ核タンパク質複合体の構造解析」、研究代表者、2019-2021 年度、2,000 千円
5. 風戸研究奨励会・風戸研究奨励賞「クライオ電子顕微鏡によるマイナス鎖 RNA ウイルスの構造研究」、研究代表者、2020-2021 年度、2,000 千円

### 2021 年度の研究成果

[論文]

1. Fujita-Fujiharu Y, Sugita Y, Takamatsu Y, Hourai K, Igarashi M, Muramoto Y, Nakano M, Tsunoda Y, Taniguchi I, Becker S, Noda T, Structural insight into Marburg virus nucleoprotein-RNA complex formation. **Nature communications**, 13(1) 1191-1191, 2022
2. Liu SS, Jin F, Liu YS, Murakami Y, Sugita Y, Kato T, Gao XD, Kinoshita T, Hattori

- M, Fujita M, Functional Analysis of the GPI Transamidase Complex by Screening for Amino Acid Mutations in Each Subunit. *Molecules*, 26(18), 2021
3. Nakano M, Sugita Y, Kodera N, Miyamoto A, Muramoto Y, Wolf M, Noda T, Ultrastructure of influenza virus ribonucleoprotein complexes during viral RNA synthesis. *Communications Biology*, 4(1) 858-858, 2021

#### 2021 年度の教育への貢献

1. [講義] ILAS セミナー：「ウイルス学と免疫学の最前線」分担、「ウイルスの構造」、2021 年度前期
2. [招待講師] FY2021 Cryo-Electron Microscopy Course, Feb 28-Mar 4, 2022

#### 2021 年度の学界等への貢献

[招待講演]

1. 杉田征彦、野田岳志、「京都大学ウイルス・再生医科学研究所におけるクライオ電顕施設の紹介」、第 44 回日本分子生物学会年会 第 4 回クライオ電顕ネットワーク・ユーザーグループミーティング、2021 年 12 月
2. Sugita Y, 「Structural analyses on pathogenic RNA viruses using cryo-EM」、第 59 回日本生物物理学会年会 ASB-BSJ Joint Symposium、2021 年 11 月
3. 杉田征彦、「単粒子解析法による螺旋構造解析」、第 21 回日本蛋白質科学会年会、2021 年 6 月
4. 杉田征彦、「クライオ電子顕微鏡を用いた病原 RNA ウイルスの構造解析」、日本顕微鏡学会第 77 回学術講演会 S-7 最先端顕微鏡技術により明らかになった微生物の仕組み、多様性、2021 年 6 月

鈴木 俊貴 (すずき としたか)

●第 9 期 特定助教

#### 白眉研究課題：鳥類をモデルに解き明かす言語機能の適応進化

##### 2021 年度の研究計画と活動

シジュウカラを対象に 4 月から 8 月にかけて野外研究をおこなったところ、音声言語と知識の伝承に関して興味深い発見があった。具体的には、シジュウカラは経験がないと、鳥類食のアオダイショウ（天敵）とカエル食のヤマカガシ（天敵ではない）の 2 種のへびを識別することができない。しかし、集団中には、過去の経験からアオダイショウが天敵であり、ヤマカガシは安全であるという知識をもつ個体がいて、知識のない個体に対して、目の前のへびが安全か否かを積極的に教えていく様子が観察されたのである。また、その教示行動の前後で比較すると、知識のない個体はほとんどの場合、1 度の経験でへびの種類に関する知識を得ることがわかった。このような音声言語による知識の伝達は、つがい間、親子間、さらには異種間においても確認された。本発見は、動物の言語や文化に関して世界的にも極めて新しい知見になると期待される。2022 年度も本実験を継続し、白眉に在籍する間には是非とも論文として発表したい。

本年度はアウトリーチ活動を多くおこなった 1 年でもあった。一般向けの講演会、テレビ出演、ラジオ出演を始め、新聞や雑誌にも複数回掲載され、研究成果を積極的に発信した。また、4 月から使用される中学校国語の教科書（光村図書出版）には論理的説明文を寄稿し、参考書や教本の監修やコラム執筆などもおこなった。理学研究科では、統合生物多様性論と動物行動学の講義をそれぞれ分担で担当し、3 名の学生（卒論生 1 名と修士 2 名）の研究指導もおこなった。また、基盤 B でポスドク 1 名、外国人特別研究員 1 名も受け入れ、共同で研究を進めている。

研究費は、創発的研究支援事業に応募し、採択された。また、昨年度に続き国際動物行動学会学術誌 *Animal Behaviour* のエディターをつとめた（アジアから唯一の選出）。日本動物行動学会からは日本動物行動学会賞を、日本生態学会からは Ecological Research Award を受賞した。忙しい 1 年でした。

##### 2021 年度の競争的研究資金

###### 進行課題

- 基盤研究(B)「鳥類をモデルに解き明かす言語機能の適応進化」2020 年度～2023 年度（直接経費：13,500 千円、間接経費：4,050 千円）
- 新学術領域研究（研究領域提案型）「鳥類の音声コミュニケーションにおける階層的な情報

の併合」2020年度～2021年度（直接経費：3,000千円、間接経費：900千円）

### 新規採択課題

- 創発的研究支援事業「動物言語学の創出と展開」2022年度～

### 2021年度の研究成果

- Suzuki TN (2021) Animal linguistics: Exploring referentiality and compositionality in bird calls. *Ecological Research*, 36, 221-231.

### 2021年度の受賞・表彰等

- 令和3年度 科学技術分野 文部科学大臣表彰 若手科学者賞
- 日本動物行動学会賞（日本動物行動学会）
- Ecological Research Award（日本生態学会）

### 2021年度の教育への貢献

- 「統合生物多様性論」2020後期金1（オムニバス形式）
- 「動物行動学」2020後期水2（分担）

### 2021年度の学界等への貢献

- 国際誌 *Animal Behaviour* 誌・Editor
- 日本生態学会将来計画委員

### 2021年度の社会的貢献

#### （1）テレビ出演

- ダーウィンが来た！NHK総合「聞いてびっくり！鳥語講座」（2021年5月23日放送）
- ワイルドライフ NHK BSプレミアム「長野 軽井沢 新発見！言葉でつながる小鳥たち」（2021年9月13日放送）
- サイエンス ZERO NHK教育「鳥の言葉を証明せよ！“動物言語学”の幕開け」（2021年12月5日放送）
- ダーウィンが来た！NHK総合「ダーウィンが来た！15周年（1）みんなで選ぶ！リクエストスペシャル」（2022年3月13日放送）
- イモヅル式に学ぼう！NHKラーニング「気づく、見つけるは、楽しい」（2022年3月19日放送）
- サイエンス ZERO NHK教育「驚き生物&超絶スケール！科学者すごいぜSP」（2022年3月27日放送）

#### （2）ラジオ出演

- 関西ラジオワイド NHK「旬の人・時の人 京都大学白眉センター特定助教 鈴木俊貴さん」（2021年10月15日放送）
- 荻上チキ・Session TBSラジオ「鳥たちの会話を聞く！シジュウカラたちが使う単語・文法の謎を追え～京都大学・鈴木俊貴さんの研究報告」（2021年11月5日放送）
- Tokyo Morning Radio J-WAVE「MORNING INSIGHT」（2022年1月10日放送）
- ラジオ深夜便 NHK「鳥のことばを知りたい」（2022年1月30日放送）
- apollostation Drive Discovery PRESS TOKYO FMほか「200パターン以上の会話をする「鳥」！？奥深き「シジュウカラ」の世界とは？専門家が解説・前編」（2022年3月20日放送）
- apollostation Drive Discovery PRESS TOKYO FMほか「200パターン以上の会話をする「鳥」！？奥深き「シジュウカラ」の世界とは？専門家が解説・後編」（2022年3月27日放送）

#### （3）その他・抜粋

- 光村図書出版 中学校国語1 「「言葉」を持つ鳥、シジュウカラ」
- 軽井沢新聞 軽井沢人物語「京都大学白眉センター特定助教 鈴木俊貴さん」（2021年9月10日）
- Science Portal「鳥たちの言葉は種を越える シジュウカラの鳴き声コミュニケーション」

ョン」(2021年9月13日)

- 朝日新聞 リレーオピニオン「小鳥の鳴き声は言語だった 文法まで突き止めた日本人研究者」(2021年9月14日)
- BIRDER 2022年3月号「シジュウカラ語 基礎講座」(2022年2月16日) 寄稿
- 毎日新聞「科学の森」(2022年3月24日)

鈴木 雄太(すずき ゆうた)

●第9期 特定助教

白眉研究課題：タンパク質デザインによるバイオナノロボットの創生を目指して

## 2021年度の研究計画と活動

現在、これまで自身が提唱してきた「高次構造体形成を目的とするシンプルなタンパク質デザイン」へ新たに任意の機能(構造変化や目的の酵素活性など)を人工的に取り入れることで、機能性バイオマテリアルの創成を目指し研究を推進している。本年2021年度は昨年度に続きコロナ禍により、特に作製した集合体の機能解析に必要となる共同研究の遂行が困難であった。そのため、本年度は「高次構造体を創り上げる基盤技術の開発」に注力した。その結果、これまでのタンパク質デザイン(*Nature* 2021, 533, 369, *Nature* 2021, 589, 468 など)では作製が極めて困難であった「2種類の異なるタンパク質による高次構造体形成の構築」をシンプルに実現可能とする新規デザインの創出に成功した。現在、白眉10期杉田征彦助教の協力のもと、クライオ電子顕微鏡にて作製した高次構造体の詳細な解析を行っている。さらに、作製した構造体の応用利用を見据え、白眉8期宮崎牧人准教授の協力のもと共焦点レーザー顕微鏡による構造体の観察も並行し検討している。また、この新たなデザインの拡張性を示すため、さまざまな異なる形状の高次構造体の創出を目指したタンパク質デザインの創出にも着手している。その一環として、白眉1期齊藤博英教授との共同研究にて、RNPを基盤とした超分子集合体の構築を目指した研究も推進している。

また、本年度は学術変革領域研究(B)に領域代表として採択された。本領域は、タンパク質工学の最先端技術である「構造機能設計(鈴木)」「触媒機能設計(東北大学学術フロンティア研究所・岡本泰典助教)」「分子進化法(東京大学理学部・寺坂尚紘特任助教)」を統合した次世代のタンパク質デザインの学理『Superior Protein Engineering by Evolution and Design (SPEED)』の創出を目的としている。今年度は、領域立ち上げの準備、本研究に必要となるタンパク質の作製、構造解析に必要となる機器(高速原子間力顕微鏡)の選定・導入をおこなった。さらに、本領域のキックオフミーティングやホームページの立ち上げ(<https://sites.google.com/view/proteinengineering-speed/>)のほか、タンパク質工学関連の研究者に自身の論文の解説を行なってもらふジャーナルクラブ(毎月一回)をスタートした。また、広報活動の一環として、自身のホームページ(<https://www.yutasuzukilab.com/>)も開設した。

## 2021年度の競争的研究資金

1. 科学研究費補助金 基盤研究(B)「外部刺激応答性バイオナノマシンの創成を目指したタンパク質 デザイン工学」研究代表者, 2019年度-2022年度, 17,550千円
2. 学術研究助成基金助成金 挑戦的研究(萌芽)「天然タンパク質由来の機能をプログラムした人工タンパク質集合体の創生」研究代表者, 2019年度-2021年度, 6,500千円
3. 武田科学振興財団ライフサイエンス研究助成「タンパク質設計による医薬応用を目指した生体材料の創製」研究代表者, 2019年度-2021年度, 2,000千円
4. 一般社団法人伊藤忠兵衛基金「タンパク質デザインによる機能性バイオマテリアルの創成」研究代表者, 2021年度, 500千円
5. 科学研究費補助金 学術変革領域研究(B)「高次機能性タンパク質集合体の設計法『SPEED』の確立」領域代表者, 2021年度-2023年度(領域全体:136,500千円)
  - ・ 「高次機能性タンパク質集合体の設計法『SPEED』の確立」総括班, 研究代表者, 2021年度-2023年度, 14,820千円(分担者:岡本泰典・寺坂尚紘)
  - ・ 「メソスケール構造変化能を有する高秩序タンパク質集合体デザイン」計画研究, 研究代表者, 2021年度-2023年度, 35,490千円(分担者:杉田征彦)

## 2021 年度の研究成果

論文（査読あり）

1. Subramanian, R.; **Suzuki, Y.**; Tallorin, L.; Sahu, S.; Thompson, M.; Gianneschi, N. C.; Burkart, M. D.; Tezcan, F. A. \* “Enzyme-Directed Functionalization of Designed, Two-Dimensional Protein Lattices” *Biochemistry*, 60, 13, 1050 - 1062 (2021).

## 2021 年度の教育への貢献

1. 京都大学大学院人間・環境科学研究科「先端化学物質科学（英語）」分担 2021 年度前期
2. 京都大学総合人間学部「地球と生命の起源と進化」分担 2021 年度前期
3. 京都大学総合人間学部「フロンティア化学」分担 2021 年度後期

## 2021 年度の学界等への貢献

1. **Suzuki Y.** “タンパク質デザインによるバイオナノロボットの創成を目指して” 第 33 回生物無機化学夏季セミナー，オンライン方式，2021 年 7 月

## 2021 年度の社会的貢献

1. 京都府ものづくり振興課 インタビュー記事  
<http://www.pref.kyoto.jp/sangyo-sien/specialist/suzukiyuta.html>

相馬 拓也（そうま たくや）

●第 10 期 特定准教授

白眉研究課題：中央ユーラシア山岳環境におけるヒトと動物の環境適応戦略の学融合型実証研究

## 2021 年度の研究計画と活動

### 【海外フィールドワーク】

本年度は、キルギス共和国でのフィールドワーク再開が可能となり、2021 年 9 月、2022 年 1 月に予備的な渡航を実施した。

9 月渡航では、同国イシクル州南部のテレスケイ・アラトー山系（バイボースン自然保護区）に 5 台のトラップカメラを設置して、ユキヒョウの生態観察・個体数把握・個体識別調査を実施した。回収したカメラで、100 枚以上のユキヒョウの動画と写真の撮影に成功した。とくに親子や幼獣の撮影など、ユキヒョウ生態のきわめて珍しい一面を記録した。

合わせて、キルギス牧畜社会に伝えられる動物民俗・伝承・オーラルヒストリーを多数収集した。同調査地で約 20 人の長老級人物を訪問し、エスノグラフィック・インタビューにより実施した。

翌 1 月渡航では、イシクル湖岸で冬季に実施されるオオカミ狩りに参加した。オオカミによる牧畜民の家畜被害「狼害」は深刻で、中央ユーラシア全域で数千頭が冬季に犠牲になっている。狩猟への参加観察により、地元ハンターによるオオカミ狩りのローカルな技法を参与観察により記録した。さらに、出猟行程を GoPRO MAX などを用いて 360 度撮影を実施し、狩猟の映像ドキュメンテーションを実施した。

### 【国内フィールドワーク】

沖縄県宮古島における、インドクジャクの増加と獣害について予備調査を実施した [2021 年 4 月]。

京都府伊根町で、伝統的漁労と漁村の資源利用についての調査を実施した [2021 年 7 月]。

鹿児島県奄美諸島では、地域の在来資源の利用についての民俗資料の観察や訪問調査を実施した [2021 年 11 月]。

## 2021 年度の競争的研究資金

### 【新規課題】

1. 代表者（相馬拓也）：科研費／研究成果公開促進費（学術図書）『草原の掟：西部モンゴル遊牧社会における生存戦略のエスノグラフィ』（1,600,000 円／2021 年度）
2. 財日中友好協会／日中植林・植樹国際連帯事業 2021 年度「ネパール西部ダウラギリ兼での生活有用林再生の持続型アグロフォレストリー事業」[日中発 2021-117 号]（助成総額：2,838,000 円）
3. 分担者（新規）：渡邊 悌二：科研費／基盤研究(A) 「ヒマラヤの人と自然の連環：東西 3

地域の比較」, 37,700,000 円 (900,000 円/2021 年度) 2021 年 4 月～2024 年 3 月

#### 【継続課題】

4. 代表者 (継続): 科研費/基盤研究(C) 「西部モンゴル遊牧民による気候変動および極限環境への適応戦略の解明」(780,000 円/2021 年度) 2017 年 4 月～2021 年 3 月
5. 分担者 (継続): 水野 裕史: 科研費/挑戦的研究(萌芽)「狩猟風俗から見直す「和漢」の境界の再構成」, 4,940,000 円 (300,000 円/2021 年度) 2019 年 4 月～2022 年 3 月
6. 代表者 (継続): 科研費/新学術領域(公募研究) [出ユーラシアの統合的人類史学: 文明創出メカニズムの解明] 「草原の掟」としての伝統知が果たすモンゴル遊牧社会の持続機能の解明」(1,560,000 円/2021 年度) 2020 年 4 月～2022 年 3 月

#### 2021 年度の研究成果

1. 相馬拓也 2021. ユキヒョウの保全生態をめぐる伝承《ナラティヴ》と科学的根拠《エビデンス》の複合型生物誌, E-Journal GE0 16 (1): pp. 287-309.
2. 相馬拓也 2021. ヒマラヤ山脈にアグロフォレストリー国際協力の可能性を探る: ネパールでの植林・果樹栽培によるコミュニティ開発の経験から, 「中央ユーラシアと日本の未来」(筑波大学 NipCA 講演会シリーズ第 20 回), つくば, 筑波大学「日本財団 中央アジア・日本人材育成プロジェクト」(NipCA) [ISBN 978-4-910114-21-7].
3. 相馬拓也 2022. 『草原の掟: 西部モンゴル遊牧社会における生存戦略のエスノグラフィ』, 京都, ナカニシヤ出版.  
(講演会等)
1. 国内学会(単著), 査読付, 相馬拓也. 2021. 中央ユーラシアの遊牧民と野生動物をめぐる聖と死のナラティヴ, 日本文化人類学会 2020 年度学術大会: 東京, 早稲田大学 (2020 年 5 月 29-31 日).
2. 国内講演(単著), 相馬拓也. 2021. ヒトと野生動物のシルクロード、知られざる“動物秘話” 教えます!, 京大サマープログラム 2021 (京都大学高大連携事業): 京都, 京都大学 (2021 年 8 月 21 日/10 月 24 日).
3. 国内講演(単著), 相馬拓也. 2021. シルクロードに伝わる秘技、騎馬鷹狩文化の起源を求めて, 筑波大学「中央ユーラシアと日本の未来」第 32 回講演: オンライン, 筑波大学 (2021 年 10 月 18 日)

#### 2021 年度の教育への貢献

野生動物研究センターの大学院生との共同研究をはじめ、京都大学サマープログラムの京都会場(8 月)と福岡会場(10 月)で、高校生向けのレクチャーを担当した。

#### 2021 年度の学界等への貢献

「ヒトと動物の関係学会」理事就任を継続し、学会運営に参加した。

#### 2021 年度の社会的貢献

NPO 法人ヒマラヤ保全協会を運営し、ネパール西部ダウラギリ山麓、アンナプルナ山麓の遠隔農山村で植林事業とアグロフォレストリー事業を展開した。同地域に 1 年間で約 10,000 本の植林を実施した。合わせてキウイ栽培の試験農場を開園し、新規の果樹苗栽培の技術移転と現地居住者への就労機会の創出のコミュニティ開発を実施した。

高棹圭介 (たかさお けいすけ)

★第 8 期 特定准教授

白眉研究課題: フェイズフィールド法を用いた曲面の発展方程式の解析と偏微分方程式の幾何学的特徴付け

#### 2021 年度の研究計画と活動

本年度も、平均曲率流方程式に関連する偏微分方程式について以下の調査を行った。

(1) 近年 Epshteyn-Liu-Mizuno によって提唱された、金属の焼きなまし現象における金属粒界の運動を記述する偏微分方程式(ここでは ELM モデルと呼ぶ)について、水野将司氏(日本大学)、可香谷隆氏(室蘭工業大学)と以下の結果を得た。(i) 初期値の形状を triple junction としたときに、適切な仮定の下で古典解の意味で ELM モデルの局所可解性を示した。(ii) 特に、初期値の曲率が十分小さい等、適切な仮定を加えたときに、解が時間大域存在し、Steiner triod に

漸近収束することを示した。この結果は論文にまとめ投稿中である。

(2) フェイズフィールド法を用いた体積保存平均曲率流方程式の幾何学的測度論による弱解の時間大域存在は、空間次元が2と3のときには研究代表者が証明したが(Takasao(2017)), 4以上は未解決であった。この問題について、先行結果(Mugnai-Seis-Spadaro(2016), Kim-Kwon(2020))による解の近似方法を参考にし、フェイズフィールド法による新しい近似解の構成方法を考案した。本研究では、この近似解が多くの良い性質を持つことを示し、さらにそれを用いてすべての空間次元に対する体積保存平均曲率流方程式の弱解の時間大域存在を証明した。この結果は論文にまとめ投稿中である。

## 2021 年度の競争的研究資金

(1) (代表) 2020-2022 年度：若手研究

『動的変分問題に対する新しいフェイズフィールド法の構成』

2020 年度：1,300 千円 (直接経費：1,000 千円、間接経費：300 千円)

2021 年度：1,170 千円 (直接経費：900 千円、間接経費：270 千円)

2022 年度：1,170 千円 (直接経費：900 千円、間接経費：270 千円)

(2) (代表) 2017-2021 年度：科学技術人材育成費補助金(卓越研究員事業)

『フェイズフィールド法を用いた曲面の発展方程式の解析と偏微分方程式の幾何学的特徴付け』

2017 年度：6011.4 千円(研究費 4,606,537 円, 研究環境整備費 1,404,863 円),

2018 年度：8000 千円(研究費 6000 千円, 研究環境整備費 2000 千円), 2019 年度：1300 千円,

2020 年度：1300 千円, 2021 年度：1300 千円(2019 年度以降は「研究環境整備費」のみ)

(3) (分担) 2018-2022 年度：基盤研究(A)

『幾何学的測度論を用いた動的変分問題の多面的研究』

(代表：利根川吉廣教授(東京工業大学))

研究課題番号：18H03670, 2018 年度：130 千円(直接経費 100 千円, 間接経費 30 千円),

2019 年度：130 千円(直接経費 100 千円, 間接経費 30 千円),

2020 年度：130 千円(直接経費 100 千円, 間接経費 30 千円),

2021 年度：130 千円(直接経費 100 千円, 間接経費 30 千円)

## 2021 年度の研究成果

(a) 論文(査読付き)

(1) K. Takasao,

On obstacle problem for Brakke's mean curvature flow, SIAM J. Math. Anal. 53 (2021), no. 6, 6355-6369.

(2) M. Mizuno and K. Takasao,

A curve shortening equation with time-dependent mobility related to grain boundary motions, Interfaces Free Bound. 23 (2021), no. 2, 169-190.

(b) 投稿中のプレプリント

(1) T. Kagaya, M. Mizuno, and K. Takasao,

Long time behavior for a curvature flow of networks related to grain boundary motion with the effect of lattice misorientations, 58 pages.

(2) K. Takasao,

Existence of weak solution to volume preserving mean curvature flow in higher dimensions, 42 pages.

(c) 招待講演(口頭発表)

(1) ある非局所項付き Allen-Cahn 方程式を用いた体積保存平均曲率流の存在について, 九州関数方程式セミナー, オンライン開催, 2021 年 4 月 23 日

## 2021 年度への教育への貢献

担当講義(すべて学内)

・(前期)微分積分学続論 I -ベクトル解析(理学部)

・(前期)微分積分学演義 A(工学部)

- ・(後期) 数学・数理学の最前線 II(オムニバス講義, 1 回分)
- ・(通年) 数理学課題研究(4 回生向けセミナー)

## 2021 年度の学界等への貢献

「京都大学 NLPDE セミナー」世話人、2017 年 10 月～.

高橋 重成 (たかはし のぶあき)

●第 9 期 特定准教授

## 白眉研究課題：低 pH ストレス適応を司る低 pH 誘導型転写因子の実体解明

### 2021 年度の研究計画と活動

本研究課題では、未だ誰も明らかにしていない pH ストレス適応を司る pH 誘導型転写因子の実体解明を主たる目的とする。2020 年度までの研究により、pH ストレスに応じて SLC16A3, SLC9A7 などの各種 H<sup>+</sup>排出系タンパク質の発現が誘導されることを世界に先駆けて見出し、さらに pH 誘導型転写因子の結合領域を同定するべく、CRISPR-Cas9 技術を駆使することで SLC16A3, SLC9A7 遺伝子において、5' および 3' 側の non-coding region の欠損変異株およそ 20 種類を作成した。2021 年度においては、これら欠損変異株を用いることで pH ストレスによる SLC16A3, SLC9A7 の発現誘導に重要な 5' および 3' 側の non-coding region の同定を行った。その結果、5' 側 non-coding region における特定の DNA 領域が発現誘導に重要であることが明らかになった。即ち、本領域が pH 誘導型転写因子の結合領域 (エンハンサー領域) である可能性が強く示唆された。現在、dCas9 を用いた結合実験および質量分析の条件検討を行っており、2022 年度中に pH 誘導型転写因子の候補が同定できる予定である。また pH 誘導型転写因子に関する研究に加えて、生体内 pH 変動と関連が深い CO<sub>2</sub> を研究する過程で、全くの偶然に新規 CO<sub>2</sub> 固定化反応を見出した。本反応は金属触媒を使用せず進行するものであり、必要となる条件は原始地球の環境に酷似していたことから、地球上における有機物創生に関わっていた可能性が考えられる。このように偶然見つけた発見であるが、非常に興味深い知見であるので、2022 年度も引き続き研究を行うことで、生命誕生に至る過程の一端を解明していきたい。

### 2021 年度の競争的研究資金

1. AMED PRIME、「分子進化学的研究から迫る母体低酸化に伴う母子疾病の発症機序解明」、研究代表者、2019 年度～2022 年度、11,153,846 円(直接経費：2021 年度)
2. 学術変革領域研究(B)、「pH ストレス適応を司る pH 誘導型転写因子の実体解明」、計画代表、2020 年度～2022 年度、9,100,000 円(直接経費：2021 年度)
3. 学術変革領域研究(B)、「pH 応答生物学の創成」、領域代表、2020 年度～2022 年度、1,900,000 円(直接経費：2021 年度)

### 2021 年度の研究成果

[論文]

\*: Corresponding author

Nakao A, Matsunaga Y, Hayashida K, and Takahashi N\*. "Role of Oxidative Stress and Ca<sup>2+</sup> Signaling in Psychiatric Disorders".

*Front. Cell Dev. Biol.* 9, 615569 (2021).

[招待講演]

1. 高橋 重成, 「pH ストレス・酸化ストレスの連関」, 第 94 回日本生化学会大会, web 開催, 2021 年 11 月 3 日
2. Nobuaki Takahashi, "Molecular Evolutionary Study Reveals TRPA1 Channel as the Hypoxic Stress Sensor that Regulates Blood Supply to the Fetus in Maternal Anemia", 78th IRCMS seminar, Kumamoto University, March 15, 2022

### 2021 年度の受賞・表彰等

優秀発表賞, 「イオンチャネルの変異が発がんに与える影響の解析」, 第 51 回アステラス病態代謝研究会, アステラス病態代謝研究会, 2021 年 10 月 16 日

## 2021 年度の特許等の出願・取得

高橋 重成, 藤原拓郎, 坂口怜子, 森泰生. 「過酸化水素の製造方法」, 特願 2021-083340, 出願日: 2021 年 5 月 17 日

## 2021 年度への教育への貢献

開成学園中学・高校 理化学部の京都大学での研究発表会および研究室見学、世話人、2022 年 3 月 23 日

田辺 理 (たなべ ただし)

●第 11 期 特定准教授

## 白眉研究課題：浄土教美術の起源と展開

### 2021 年度の研究計画と活動

パキスタンのペシャワールやスワートなどの地域の博物館と遺跡を巡り、研究課題の浄土教美術の起源と展開に関わる美術作品の実見調査及び写真撮影を行う予定だったが、コロナ禍となり、2021 年度も断念せざるを得なくなってしまった。昨年 10 月の白眉セミナーで発表した内容の一部を発展させて、2022 年度に論文を執筆し、発表する予定である。

学会発表については、当初 2020 年 7 月末にバルセロナで開催される予定だったヨーロッパ南アジア考古学美術学会 (EASAA: The European Association for South Asian Archaeology and Art) において、ガンダーラ仏教美術に見られる葡萄唐草文について、研究発表を行う予定であったが、コロナ禍故に、延期になった。それ故、新出のエフタル銀器について、10 月 31 日に開催された第 63 回オリエント学会において研究発表を行った。

書籍については、博士論文の出版をするために、科学研究費 (学術図書) を申請した。申請が通れば、来年度から編集作業に入るつもりである。また、以前から執筆し、刊行予定であった単著『ガンダーラの高級娼婦たち』の念校が終了し、順調にいけば、2022 年秋に刊行する予定である。コロナ禍による緊急事態宣言等が発令されたため、本書の刊行が大幅に遅れているものの、なんとか今年度中には出版したいと考えている。

このほか、古代インドの仏教美術に見られる葡萄や葡萄唐草文の表現と意味について考察を行った。5 月に論文が出版される予定である。また、上記の研究とは別に、白眉センター内でも共同研究の一つとして、白眉センター・理学研究科の草田康平准教授に御願ひして、私が所有しているササン朝、グレコ・バクトリア王国、クシヤン朝、クシャノ・ササン朝、エフタルなどの金貨及び銀貨の蛍光 X 線分析を行っていただいた。来年度はこの分析結果に基づいて、古銭学的な考察も行う予定である。

### 2021 年度の競争的研究資金

田辺理: 2020 年度三島海雲学術奨励金の使用を一年間延長した

### 2021 年度の研究成果

1. Tadashi TANABE “Courtesan and Brothel in Gandharan Art,” *Ancient Punjab*, vol. 7, 2019, pp. 24-51.
2. Tadashi TANABE “The Dionisiac Imagery from the Mediterranean to Gandahra,” *Ancient Punjab*, vol. 8, 2020, pp. 9-36.
3. 田辺 理「ガンダーラの双神変図考：火と水のシンボリズム」『美術史研究』第 59 冊, 2022, pp. 99-109.

### 2021 年度への教育への貢献

大妻女子大学非常勤講師「美術の世界」担当

宝塚大学非常勤講師「東洋美術史 I」「東洋美術史 II」担当

### 2021 年度の学界等への貢献

田辺 理 「新出エフタル銀器について」第 63 回オリエント学会、Zoom 会議、於大東文化大学、21/10/31.

### 2021 年度の社会的貢献

田辺 理 「仏像の起源」笠源寺仏教講演会、於笠源寺、21/10/17

## 白眉研究課題: ナノ構造半導体と量子協力効果を利用した散逸エネルギー再利用システムの開発

## 2021 年度の研究計画と活動

本研究では光電エネルギー変換過程において失われるエネルギーを回収し再利用する新しいシステムを創出することを目指している。エネルギー再利用の実現に向けて、半導体の集団ナノ構造と量子協力効果を活用したシステムの開発を進めている。

本年度に計画したのはエネルギー利用の舞台となる集団ナノ構造体の構築である。ナノ構造半導体は距離を近接させることで量子協力効果が現れると期待されるが、その発現メカニズムおよびエネルギー変換過程における挙動は明らかになっていない。そこで、本年度は量子ドット結合薄膜の作製と光電量子特性の測定を行った。量子協力効果を引き出すために、半導体量子ドットを表面化学処理によって短鎖のリガンド分子に置換し、量子ドット同士を結合させた量子ドット薄膜を作製した。この量子ドット結合薄膜において量子効果を明らかにするために、光電流量子干渉分光を行った。独自に開発したこの手法の特長は、フェムト秒レーザーパルスの光干渉信号と物質中を流れる光電流の干渉信号を同時に測定することで、量子干渉成分を高精度に抽出できる点にある。高次の干渉成分(高調波コヒーレンス)を計測したところ、結合していない集団量子ドットから予想される振幅よりも大きく上回る信号振幅が観測された。量子ドット中に生成されたキャリアの個数を正確に測定することで、この増大現象は量子ドット同士を結合させることで生まれた量子協力効果によるものであることを明らかにした。量子ドット間結合による協力効果を実現できたことは、基礎科学と応用科学の両面において重要な成果であり、特に光吸収過程の制御や光電センサーの性能向上につながると期待できる。本成果は学術論文[Phys. Rev. B 104, L241405 (2021)]として出版し、京都大学ホームページでのプレスリリース、学会発表[日本物理学会、応用物理学会]を行った。

## 2021 年度の競争的研究資金

- [1] 科研費(若手研究、代表), 高感度光電流コヒーレント分光法の開発と半導体ナノ粒子の非線形電流制御, 2020 年度~2021 年度.
- [2] 科研費(特別推進研究、分担), ナノ物質科学と強電場非線形光学の融合によるフォトニクスの新展開(代表: 金光義彦), 2019 年度~2023 年度.

## 2021 年度の研究成果

- [1] H. Tahara, M. Sakamoto, T. Teranishi, and Y. Kanemitsu, Collective enhancement of quantum coherence in coupled quantum dot films, Phys. Rev. B 104, L241405 (2021).
- [2] K. Cho, T. Yamada, H. Tahara, T. Tadano, H. Suzuura, M. Saruyama, R. Sato, T. Teranishi, and Y. Kanemitsu, Luminescence Fine Structures in Single Lead Halide Perovskite Nanocrystals: Size Dependence of the Exciton-Phonon Coupling, Nano Lett. 21, 7206 (2021).

## 2021 年度の受賞・表彰等

- [1] 令和 3 年度花王科学奨励賞

## 2021 年度教育への貢献

- [1] 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 ナノ構造光物性ゼミナール A、前期
- [2] 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 ナノ構造光物性ゼミナール B、後期
- [3] 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 ナノ構造光物性ゼミナール C、前期
- [4] 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 ナノ構造光物性ゼミナール D、後期

## 2021 年度の学界等への貢献

- [1] 田原弘量, 坂本雅典, 寺西利治, 金光義彦, 光電流量子干渉法を用いた量子ドット結合膜におけるマルチエキシトンコヒーレント応答の観測, 2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会 (25a-D316-7 3/25 口頭発表).
- [2] 張健一, 山田琢允, 田原弘量, 只野央将, 鈴木秀勝, 猿山雅亮, 佐藤良太, 寺西利治, 金光義彦, ハライドペロブスカイトナノ粒子における励起子格子相互作用, 2022 年第 69 回

応用物理学会春季学術講演会 (23p-D316-12 3/23 口頭発表).

- [3] 田原弘量, 坂本雅典, 寺西利治, 金光義彦, 化学合成量子ドットにおける高調波コヒーレント信号の集団増強効果, 日本物理学会第 77 回年次大会(2022 年) (16pB24-6 3/16 口頭発表).
- [4] 田原弘量, 坂本雅典, 寺西利治, 金光義彦, コロイド量子ドット薄膜における光電流コヒーレント分光, 日本物理学会 2021 年秋季大会 (23pE1-4 9/23 口頭発表).
- [5] 張健一, 山田琢允, 田原弘量, 只野央将, 鈴浦秀勝, 猿山雅亮, 佐藤良太, 寺西利治, 金光義彦, ハロゲン化鉛ペロブスカイトナノ粒子の励起子格子相互作用: 粒子サイズ依存性, 日本物理学会 2021 年秋季大会 (22pPSE-38 9/22 ポスター発表).

## 2021 年度の社会的貢献 Social contribution in AY2020

- [1] 読売新聞に掲載 (2022 年 1 月 21 日)  
量子ドット共鳴 強いエネルギー
- [2] 京都大学ホームページでのプレスリリース (2021 年 12 月 21 日)  
協力し合えば強くなる、半導体量子ドットの集団増強効果の観測に成功 ―量子センサーやエネルギー変換に新たな道―  
<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2021-12-21-0>

CHABCHOUB Amin (チャブチャブ アミン)

●第 11 期 特定准教授

## 白眉研究課題: Extreme Ocean Waves: Modelling, Control and Prediction

### 2021 年度の研究計画と活動

Ocean rogue waves are extreme localizations that appear either in deep water or coastal areas. There are two major mechanisms that can explain the sudden formation of extreme waves from the wave dynamics only. The first is based on the trivial linear superposition principle, the second is relies on the modulation instability of water waves, also known as modulation instability. This instability can be described by breather solutions of the nonlinear Schrödinger equation, which are nowadays considered as justified backbone models for extreme ocean waves.

One particular focus of the research is to understand the behavior of extreme events over variable sea bottom. For this purpose, a series of experiments have been conducted to address this problem. A first experimental campaign has been conducted to explore the possibility to “freeze” extreme waves (i.e. waves remaining large without attenuation) by controlling the artificial bottom topography in a wave flume. We have experimentally quantified the influence of topography on the lifetime of nonlinear waves and confirmed a novel possibility to control extreme waves. The second experimental campaign aimed to track and predict the behavior of breathers while propagating over linearly varying beds. We showed that when the floor has a gentle inclination the breather wave packets tend to quickly decay. However, on a steep slope breathers last longer and can propagate far into shallow areas.

Another focal point of research activities was about the prediction of extreme wave evolution followed wave breaking. Wave breaking determines the properties of a sea state and plays a crucial role in ocean-atmosphere interaction, ocean pollution, and rogue waves. Owing to its turbulent nature, wave breaking remains too computationally demanding to run advanced numerical simulations. To overcome this challenge, we have worked on a machine learning framework in which a physics-based nonlinear evolution model for non-breaking waves and a recurrent neural network are combined to predict the evolution of breaking waves. We have used extensive wave tank measurements rather than simulations to provide training data and use a long short-term memory neural. Our results gave excellent predictions of breaking and its effects on ocean wave evolution.

## 2021 年度の研究成果

### Articles:

- [1] D. Eeltink, H. Branger, C. Luneau, Y. He, **A. Chabchoub**, J. Kasparian, T. van den Bremer, and T. P. Sapsi, Nonlinear wave evolution with data-driven breaking, *Nature Communications* 13, 2343 (2022).
- [2] O. Kimmoun, H. C. Hsu, N. Hoffmann and **A. Chabchoub**, Experiments on uni-directional and nonlinear wave group shoaling, *Ocean Dynamics* 71, 1105-1112 (2021).
- [3] L. Guo, **A. Chabchoub** and J. He, Higher-order rogue wave solutions to the Kadomtsev-Petviashvili 1 equation, *Physica D* 426, 132990 (2021).
- [4] A. Gomel, **A. Chabchoub**, M. Brunetti, S. Trillo, J. Kasparian and A. Armaroli, Stabilization of Unsteady Nonlinear Waves by Phase-Space Manipulation, *Physical Review Letters* 126, 174501 (2021).

東島 沙弥佳 (とうじま さやか)

●第 12 期 特定助教

白眉研究課題：文理両方の視点からしっぽの喪失について考える、総合的「しっぽ学」の創設

## 2021 年度の研究計画と活動

### 研究活動

「しっぽの喪失」という一つの事象を様々な切り口から考えることで、生物としての「ヒト」および人間性を備えた「人」両方の成り立ちを読み解く「ひと（ヒト+人）を知るための Shippology」を進めている。

2021 年 10 月 1 日に着任して以後、まず進めたのは生物学的研究アプローチに必要な環境の整備であった。必要な実験機器の購入に加え、資産登録や各種許可申請（動物実験、遺伝子組換え、RI）など所要手続きが多く、思う通りの環境を整えるのに想定以上の時間を要している。その傍らで、実験設備を必要としない研究アプローチを進めた。具体的には有袋類に関わるプロジェクトをメインに据え、サンプルの高解像度 MRI 撮像を実施するとともに、コアラ成体の下肢筋に関する論文を投稿した（現在改訂中）。また、上述の生物学的研究と同時に、史料にみるしっぽの表現を読み解く人文的アプローチを 10 月より新たにスタートさせた。日本書紀に見られる有尾人記述について、国立奈良文化財研究所・国際日本文化研究センター等で研究発表・相談を行いつつ、しっぽに描写された当時の社会・時代背景、生物学的環境の読み解きを進めている。ひとつの事象に複数のアプローチで取り組む試みは評価されており、2022 年 3 月には学際研究に関するパネルディスカッションに招待され登壇した。

### その他の活動

自身の研究内容ならびに関連分野の紹介として、取材協力等に応じている。また、白眉センターやセンター所属の他の研究者の活動紹介にも、PR ワーキンググループとして尽力している。特に本年度は、2022 年 6 月に実施予定の「研究の魅力を見出す“鏡”プロジェクト」の立案・準備に取り組んでいる。また、活動報告冊子である「白眉センターだより」の編集長も拝命し、より効果的な冊子体となるよう内部コンテンツ・レイアウトの向上に努めている。

## 2021 年度の競争的研究資金

- 1. 日本学術振興会 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)「MRI を用いた“博物館画像学”—死蔵標本の再発掘—」(20K20719), 代表: 山田重人, 研究期間: 2020 年 7 月 30 日—2022 年 3 月 31 日, 3,250,000 円

## 2021 年度の研究成果

### 論文

- 1. Tojima S. 2021. Relationship between sacral shape variation and phylogeny in Old World monkeys. *Journal of Morphology* 282, 1287-1297.

## 招待講演

1. 「失くしたしっぽは「ひと」を知る鍵」, 第114回博物館セミナー (zoom), 2021年11月.
2. 「失くしたしっぽは、「ひと」を知る鍵——文理両方の視点から考えるしっぽの喪失」, 国際日本文化研究センター (国際共同研究: 身体イメージの想像と展開—医療・美術・民間信仰の狭間で) 第15回共同研究会 (zoom), 2022年2月.
3. 「ひとり学際研究は半端者の言い訳か—正解のわからない学際とデータの話—」, 第7回京都大学データマネジメントワークショップ (zoom), 2022年3月.

## 2021年度の教育への貢献

1. 大阪市立大学医学部医学科「運動器実習」
2. 大阪市立大学医学部医学科「肉眼解剖学 (マクロ) 実習」
3. 大阪市立大学医学部医学科「修業実習」
4. 大阪市立大学医学部看護学科「人体構造論」
5. 滋賀県立大学「環境生物学Ⅱ」
6. 南アフリカ・ケープタウン大学学位外部審査員

## 2021年度の学界への貢献

1. 丸の内100人論文に参加 (失くしたしっぽを生やしたら…?: ヒトが一旦は失くしたしっぽ。もう一度生やしてみても意義を考えたい), 2022年3月

## 2021年度の社会的貢献

1. 『日本の学童はいく』2021年10月号, 「どうして どうして?」コーナー「人間は、どうしてしっぽがないのですか?」
2. 読売新聞取材協力「消えたヒトのしっぽ 遺伝子特定」, 2021年11月21日朝刊

中島 秀太 (なかじま しゅうた)

●第8期 特定准教授

## 白眉研究課題: 冷却原子系を用いたブラックホール情報パラドックスの実験的検証

### 2021年度の研究計画と活動

前年度までにLi原子に対するレーザー冷却である3次元磁気光学トラップ (3D-MOT) まで実現し、今年度はその3D-MOTの最適化とそれに続く圧縮MOTの実現、蒸発冷却・量子縮退の実現を計画していた。しかし、COVID-19感染拡大に起因する研究活動への制限 (リモートワーク) や半導体製品の供給不足による納品遅れ・発注繰越などもあり、実際には以下のような研究活動を行なった。

- 1) 3次元磁気光学トラップの改良。前年度までに3D-MOTでできることまでは確認したが、借りているプロジェクトスペースの空調環境では容易に光学系の調整が崩れること、また調整しても現状では冷却・トラップできている原子数が、今後の実験遂行には不十分であることが明確になったため、光学系の増強・安定化のための改良を進めた。特にこれまでは予算の都合上、簡易的なアルミラックによる防風・保温環境および自作のMOPAレーザーシステムでレーザー冷却用光学系を構築していたが、今年度後半に獲得した科研費でレーザー光の強度増強および安定化が期待できるドイツToptica Photonics社製のMOPAレーザーシステム一式を導入し、さらにそれを設置するための光学定盤およびアルミラックを白眉経費により導入した。ただしMOPAレーザーシステムについては上述の半導体製品の供給不足により通常より納期が送れ2月納品となったため、現在、光学系の再構築中である。
- 2) レーザー周波数安定化 (ロック) 方法の改良。特に波長計によるデジタルロックの導入。
- 3) 学術変革領域研究の申請と採択。総括班メンバーの1人として科研費 学術変革領域研究 (A) 「極限宇宙」の申請に携わり、領域が採択された。これは白眉での研究テーマに直接関わる領域であり、白眉終了後の研究継続の道筋が作れた。
- 4) オンライン研究会・セミナーの開催。(詳細は「学会等への貢献」参照)
- 5) 昨年度に投稿した受入研究室との共同研究についての論文が出版された (原著論文[1])。

### 2021年度の競争的研究資金

科研費 基盤研究B

採択課題名：孤立量子系の熱化における情報の局所性と非局所化－冷却原子を用いた実証に向けて－

役割：研究代表者

研究期間：2020 年度-2023 年度

研究費総額：直接経費 13,500 千円 / 間接経費 4,050 千円 (30%)

科研費 学術変革領域研究(A) (総括班)

採択課題名：極限宇宙の物理法則を創る－量子情報で拓く時空と物質の新しいパラダイム

役割：研究分担者 (研究代表者：京都大学 高柳匡 教授)

研究期間：2021 年度-2025 年度

研究費総額：直接経費 105,200 千円 (2021 年度分担分：直接経費 100 千円)

科研費 学術変革領域研究(A) (計画研究)

採択課題名：人工量子物質による量子ブラックホールの解明

役割：研究分担者 (研究代表者：京都大学 手塚真樹 助教)

研究期間：2021 年度-2025 年度

研究費総額：直接経費 109,600 千円 (2021 年度分担分：直接経費 33,300 千円)

## 2021 年度の研究成果

### 原著論文

[1] “Competition and interplay between topology and quasi-periodic disorder in Thouless pumping of ultracold atoms.”

S. Nakajima, N. Takei, K. Sakuma, Y. Kuno, P. Marra, and Y. Takahashi

Nature Physics **17**, 844-849 (2021).

### 招待講演

[1] “Competition and interplay between topology and quasiperiodic disorder in Thouless pumping of ultracold atoms.”

Shuta Nakajima

Online-Task-Force Meeting on Topological charge and spin pumping with synthetic quantum systems, DFG Research Unit FOR 2414, online (May 2021).

[2] 「冷却原子系を用いた量子シミュレーション実験」(集中ゼミ)

中島秀太

第 66 回 物性若手夏の学校, オンライン開催 (2021 年 8 月)

[3] 「量子シミュレーション実験－冷却原子系を例に－」(講義)

中島秀太

量子教育プログラム：オンラインサマースクール, オンライン開催 (2021 年 9 月)

## 2021 年度の教育への貢献

2 件のサマースクールにおいて集中講義を行なった (招待講演[2, 3])。

## 2021 年度の学界等への貢献

昨年度に引き続き、COVID-19 感染拡大下での当該分野の研究者および学生の情報収集・交流のため、以下のオンラインセミナーおよび研究会を世話人として企画した。

「アトムの会 オンラインセミナー」(2021 年 5 月～, R3 年度は計 2 回開催)。

「第 3 回冷却原子研究会 アトムの会」(2021 年 8 月)。

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/phys/laser/atomnokai/index.html>

## 2021 年度の社会的貢献

大阪府立天王寺高校の「京都大学研修会」に協力し、天王寺高校の 2 年生を対象にオンライン講義 (題目：原子のレーザー冷却で探る量子) およびオンライン実験室見学を行なった。

## 白眉研究課題：統計学習と進化の理論に基づく音楽創作の知能情報学研究

## 2021 年度の研究計画と活動

白眉プロジェクトでは、音楽創作の知能的側面を情報・物理学的に解明するため、統計学習と進化動力学を包括する理論を構築・解析してその一般的な性質を調べるとともに、実データの解析と自動作曲技術の構成を通してそれらの性質を実験的に検証している。2021 年度は、(i) 文化進化を調べるための音楽・絵画・文芸の大規模データの収集整備、(ii) 文化的創作データの分布を特徴付ける統計分布則の発見とその理論モデルによる説明、(iii) 文化的創作データの統計量から適応度を推定し、将来のスタイル分布を予測するための機械学習手法の開発、(iv) 音楽進化を実験的に調べるための自動作曲システムの試験運用、(v) 音楽データ解析手法である自動採譜の研究開発を主に行った。

理論では、統計学習により創作知識を世代間で伝達する創作者とその創作物を評価する鑑賞者からなる統計学習生成系と呼ぶ力学系を調べ、その平衡解や選択圧の効果を調べた。平衡解では、ベイズ統計で共役分布と呼ばれる分布が一般的に出現することを示し、これを音楽・絵画・文芸データにおいて確認した (PRE 2021 など)。また、文化創作物のデータでは一般的に、複数の典型的なスタイルに対応するクラスター構造を持つことに注目し、動的混合ディリクレモデルに基づき動的なクラスター構造を定量分析する手法、および状態空間モデルを用いた進化モデルによる予測手法を構築した。統計量の空間におけるクラスターの動的モードを発見し、またこれらを進化モデルに取り入れることにより将来の分布の予測性能が向上することを示した。

音声データから自動的に音楽情報の解析に必要な楽譜を推定するための自動採譜の研究では、ベイズ学習の枠組みを用いて、繰り返し構造など系列の大局的な構造を取り入れることでリズムの高精度な採譜ができることを示した (Inf. Sci. 2021)。また、深層学習と統計モデルのハイブリッド手法による歌声採譜手法を構築した (TAPSIPA 2021)。また、昨年度のピアノ採譜研究をプレスリリースし、新聞紙2社を含む多くのメディアで取り上げられた。

自動作曲技術を用いた、Web コミュニティー上で音楽創作スタイルの進化実験を実施するための準備を進めている。今年度はシステムの公開と運用を行い(creevo-music.com)、2022 年 3 月時点で毎日約 150 曲作曲されるなど、順調に利用者が増えている。

## 2021 年度の競争的研究資金

(1) 2021 年度京都大学リサーチ・ディベロップメントプログラム【いしずえ】、「芸術における創作スタイルの学習、選択、進化の原理の解明」(研究代表者)、2021 年 4 月 - 2022 年 3 月、2,000 千円

(2) 科研費 基盤研究(C) No. 21K12187, 「自動楽曲推薦・編曲とタテ線譜・自動伴奏システムによる中高齢者のピアノ演奏支援」(研究分担、研究代表者：齋藤康之)、2019 年 4 月 - 2021 年 3 月、300 千円

(3) 科研費 基盤研究(C) No. 21K02846, 「ピアノ演奏技能の習得：その身体知の獲得過程モデル作成と習得支援の研究」(研究分担、研究代表者：山田昌尚)、2019 年 4 月 - 2021 年 3 月、300 千円

## 2021 年度の研究成果

## 学術論文誌

E. Nakamura, “Conjugate Distribution Law in Cultural Evolution via Statistical Learning,” *Physical Review E*, Vol. 104, 034309, pp. 1-13, 2021.

E. Nakamura, K. Yoshii, “Music Transcription Based on Bayesian Piece-Specific Score Models Capturing Repetitions,” *Information Sciences*, Vol. 572, pp. 482-500, 2021.

K. Shibata, E. Nakamura, K. Yoshii, “Non-Local Musical Statistics as Guides for Audio-to-Score Piano Transcription,” *Information Sciences*, Vol. 566, pp. 262-280, 2021.

R. Nishikimi, E. Nakamura, M. Goto, K. Yoshii, “Audio-to-Score Singing Transcription Based on a CRNN-HSMM Hybrid Model,” APSIPA Transactions on Signal and Information Processing, Vol. 10, e7, pp. 1-13 2021.

## 国際会議論文

Y. Hiramatsu, E. Nakamura, K. Yoshii, “Joint Estimation of Note Values and Voices for Audio-to-Score Piano Transcription,” Proc. 22nd International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR), pp. 278-284, November 2021.

Y. Hiramatsu, G. Shibata, R. Nishikimi, E. Nakamura, K. Yoshii, “Statistical Correction of Transcribed Melody Notes Based on Probabilistic Integration of a Music Language Model and a Transcription Error Model,” Proc. 46th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), pp. 256-260, June 2021.

## 学会発表

加藤徳啓, 谷口寛翔, 中村栄太, 峯恭子, 土江田織江, 山田昌尚, “隠れマルコフモデルを用いたピアノ学習者の練習時間分析,” 第84回情報処理学会全国大会, 5T-02, pp. 1-2, March 2022.

中村栄太, 持橋大地, 齋藤康之, “統計学習を介する文化進化のモデルと音楽・文芸・絵画データにおける共役分布則,” 第132回情報処理学会音楽情報科学研究報告, Vol. 2020-MUS-132, No. 16, pp. 1-10, September 2021.

中村栄太, 金子仁美, 伊藤貴之, 金子邦彦, “自動作曲を用いた進化実験による音楽スタイルのクラスター形成過程の分析,” 第132回情報処理学会音楽情報科学研究報告, Vol. 2020-MUS-132, No. 14, pp. 1-8, September 2021.

平松祐紀, 中村栄太, 吉井和佳, “ピアノ採譜のための音価推定と声部分離のマルチタスク学習,” 第132回情報処理学会音楽情報科学研究報告, Vol. 2020-MUS-132, No. 18, pp. 1-7, September 2021.

中村栄太, “統計学習を介する文化進化におけるベータ/ガンマ分布則,” 日本進化学会第23回東京大会, P3-20, August 2021.

E. Nakamura, “Statistical-learning-based model of cultural evolution and conjugate distribution laws in music data,” Cultural Evolution Society Conference 2021, AB00108, June 2021.

## 2021年度の受賞・表彰等

2021年9月 情報処理学会音楽情報科学研究会 ベストプレゼンテーション賞

## 2021年度の特許等の出願・取得

(特許出願) 中村栄太, 吉井和佳, 「楽曲データから音楽スタイルを自動習得して自動作曲・編曲する方法及び装置」(特願 2020-12430)

## 2021年度教育への貢献

(1) 2021年度 京都大学 音声情報処理特論 Speech Processing Adv. 2021 2022年1月25日担当

(2) 2021年度 京都大学 ILAS セミナー「音楽知能に情報学と物理学的手法で迫る」

## 2021 年度の学会等への貢献

- (1) 2021 年 9 月 第 132 回情報処理学会音楽情報科学研究会 座長
- (2) 2021 年 6 月 Cultural Evolution Society Conference 座長
- (3) 2021 年 5 月 Frontiers in Applied Mathematics and Statistics Review Editor
- (4) 学術論文誌の査読

Information Sciences

EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing

Transactions of the International Society for Music Information Retrieval

IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing

Frontiers in Computer Science

情報処理学会論文誌

音響学会論文誌

- (5) 国際会議論文の査読

22nd International Society for Music Information Retrieval Conference

47th IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing

15th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research

## 2021 年度の社会的貢献

TDK TECH-MAG 研究室レポート この研究が未来を創る vol.23 インタビュー記事 2022 年 3 月 2 日公開

[https://www.tdk.com/ja/tech-mag/challenging\\_for\\_tomorrow/lab23](https://www.tdk.com/ja/tech-mag/challenging_for_tomorrow/lab23)

KDDI 総合研究所 季刊 Nextcom 「5 年後の未来を探せ」2022 年 2 月発行

<https://rp.kddi-research.jp/nextcom/volume/49>

読売新聞 2021 年 9 月 4 日夕刊 「AI が「耳コピ」で譜面書き起こし、5 分のピアノ演奏は 1 ～ 2 分で 京大グループ開発」

<https://www.yomiuri.co.jp/science/20210904-0YT1T50177/>

京都府商工労働観光部ものづくり振興課「知の京都」2021 年 8 月 4 日公開

<https://www.pref.kyoto.jp/sangyo-sien/specialist/nakamuraeita.html>

日本経済新聞 2021 年 7 月 25 日朝刊 「ピアノ演奏、AI が採譜 京大チーム、他の楽器にも対応へ」

<https://www.nikkei.com/article/DGKKZ074096430R20C21A7MY1000/>

科学技術振興機構 (JST) Science Portal (サイエンスポータル) ニュース「ピアノ演奏から自動で楽譜作成、世界初「実用に近いレベル」に 京大」2021 年 6 月 23 日公開

[https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20210623\\_n01/index.html](https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20210623_n01/index.html)

中村 友紀 (なかむら とものり)

●第 11 期 特定准教授

白眉研究課題：カニクイザルを用いた着床直後の胚発生メカニズム解明

## 2021 年度の研究計画と活動

哺乳類は着床直後に本格的な形態形成を開始させ、多種多様な細胞種を連続的に生み出す。しかしヒトではこの時期の胚を採取することが技術的、倫理的問題からほぼ不可能であることから、分子メカニズムは長らく未解明のままである。本研究計画では進化的に近縁なカニクイザルをモデルに、霊長類における着床直後の胚発生メカニズムの解明を目指す。具体的には、網羅的

かつ空間的な遺伝子発現解析を用いた全細胞種の同定と遺伝子発現ダイナミクスの解明、着床後胚発生の試験管内再現系の開発を目標とする。

網羅的遺伝子発現解析には単一細胞遺伝子発現解析法(single cell RNA-seq, scRNA-seq)を用いるが、一般的に scRNA-seq データは次元数が高く観測ノイズが次元数に伴って蓄積することで引き起こされる「次元の呪い」という事象が起こる。本年度は、次元の呪いへの数学的対処法「RECODE, Resolution of curse of dimensionality」についての論文をまとめ投稿した(査読中)。また、カニクイザル胚から取得したデータの RECODE による詳細解析も開始している。未だ解析の途中ではあるが、マウスの知見から期待されるよりかなり早期に霊長類の胎児造血が始まっていることを見出した。現在引き続き、全細胞種の同定と遺伝子発現動態の解明に向け解析中である。途中ではあるがこれらの成果についていくつか講演を行い(③講演-1, 2, 3, 4)、並行して様々な共同研究にも参画しいくつかの論文発表に貢献した(③原著論文-1, 2, 3)。

教育・学界・社会貢献の活動では、所属研究室(WPI-ASHBi と医学研究科の兼任)主催の組織学(医学部医学科必修科目)において講義と実習を、解剖学実習において実習補助を担当した(⑥-1)。学界への貢献では、自身が代表を務める学術変革領域研究B「霊長類発生学研究の基盤構築」の活動として、関連分野の新進気鋭な若手研究者を招聘したセミナーを主催するとともに(⑥-2, 3)、第44回日本分子生物学会において自身が主催のシンポジウムも開催した(⑥-4)。また、国際学会の一つである Human Cell Atlas project における Annual meeting において、Session leader も務めた(⑥-5)。

#### 2021 年度の競争的研究資金

1. JSPS 科研費、学術変革領域研究(B) 総括班研究(領域代表)  
「霊長類着床後胚研究のコミュニティ基盤の構築」(20H05761)  
5,980 千円(直接経費: 4,600 千円、間接経費: 1,380 千円、期間 2020-2022 年度)
2. JSPS 科研費、学術変革領域研究(B) 計画班研究  
「臓器形成期までの生体内情報取得と生理的 Ex vivo culture 法の確立」(20H05761)  
38,220 千円(直接経費: 29,400 千円、間接経費: 8,820 千円、期間 2020-2022 年度)
3. 国立研究開発法人日本医療研究開発機構  
AMED-PRIME”健康・医療の向上に向けた早期ライフステージにおける生命現象の解明”  
「霊長類における着床後胚発生研究の基盤創出」(20337261)  
52,000 千円(直接経費: 40,000 千円、間接経費: 12,000 千円、期間 2020-2023 年度)

#### 2021 年度の研究成果

[原著論文] (\* corresponding author)

1. Ishikura, Y., Ohta, H., Sato, T., Murase, Y., Yabuta, Y., Kojima, Y., Yamashiro, C., **Nakamura, T.**, Yamamoto, T., Ogawa, T., and Saitou, M. (2021). In vitro reconstitution of the whole male germ-cell development from mouse pluripotent stem cells. Cell Stem Cell. 10.1016/j.stem.2021.08.005.
2. Okamoto, I., **Nakamura, T.**, Sasaki, K., Yabuta, Y., Iwatani, C., Tsuchiya, H., Nakamura, S.I., Ema, M., Yamamoto, T., and Saitou, M. (2021). The X chromosome dosage compensation program during the development of cynomolgus monkeys. Science 374, eabd8887. 10.1126/science.abd8887.
3. Yokobayashi, S., Yabuta, Y., Nakagawa, M., Okita, K., Hu, B., Murase, Y., **Nakamura, T.**, Bourque, G., Majewski, J., Yamamoto, T., and Saitou, M. (2021). Inherent genomic properties underlie the epigenomic heterogeneity of human induced pluripotent stem cells. Cell Rep 37, 109909. 10.1016/j.celrep.2021.109909.

[講演] (\*講演者)

1. 京都大学学術情報メディアセンターセミナー「シングルセル生物学とデータ解析」  
“シングルセル生物学 ～生命現象理解におけるパラダイムシフト～”  
中村友紀、2021/8/25、招待講演
2. 第44回日本分子生物学会  
“A developmental coordinate of three-germ layer differentiation in primates”

- Tomonori Nakamura, 2021/12/1 シンポジウム (IAS-02-1) (主催シンポジウムでの講演)
3. 東京大学医科学研究所, International Joint Usage/Research Center-Young Researchers Symposium  
“High-resolution scRNA-seq analysis of primate embryogenesis by a novel noise reduction method, -RECODE-”  
Tomonori Nakamura, 2022/3/15、招待講演
  4. 第21回日本再生医療学会総会  
“非ヒト霊長類を用いた霊長類三胚葉分化動態の解明に向けて”  
中村友紀、2022/ 3/ 17 シンポジウム 11 (SY-11-2)、招待講演

## 2021 年度の教育への貢献

## 2021 年度の学界等への貢献

## 2021 年度の社会への貢献

1. 組織学、組織学実習、解剖学実習(補助)；京都大学医学部医学科
2. 学術変革領域研究(B) 領域「霊長類発生学研究の基盤構築」セミナーシリーズ  
PDB (Primate Developmental Biology) #002  
Speaker; Drs. Hideki Masaki, Ayaka Yanagida (The Institute of Medical Science, The University of Tokyo)  
January 12th, 2022: organizer, Yasuhiro Takashima, Tomonori Nakamura
3. 学術変革領域研究(B) 領域「霊長類発生学研究の基盤構築」セミナーシリーズ  
PDB (Primate Developmental Biology) #003  
Speaker; Dr. Harunobu Kagawa (Institute of Molecular Biotechnology, Vienna, Austria)  
January 20th, 2022: organizer, Knut Woltjen, Tomonori Nakamura
4. 第44回日本分子生物学会 シンポジウム主催  
「IAS-02; 非ヒト霊長類を用いた霊長類発生学研究の進展に向けて。  
Toward a new era for primate developmental biology」  
2021/12/1, オーガナイザー: 中村友紀、高島康弘
5. 2021 Human Cell Atlas Developmental and Pediatric Cell Atlas Meeting.  
“Understanding cellular decision making during development”  
2021/8/27, Session leader; Anne Grapin-Botton & Tomonori Nakamura

中村 秀樹 (なかむら ひでき)

●第12期 特定准教授

白眉研究課題：タンパク質の動的集合・離散を介した代謝制御機構への多角的アプローチ

## 2021 年度の研究計画と活動

細胞のグルコース代謝経路のうち、酸素非依存的にグルコースを代謝し細胞内のエネルギー通貨である ATP を合成する解糖系の酵素に注目して研究を行った。解糖系に含まれる酵素のうち、特に律速段階のひとつと言われる反応を触媒する phosphofructokinase (PFK) には3つのタイプが存在する。そのうち肝臓タイプ(PFKL)は、近年の研究において細胞質中で他のタンパク質と共に凝縮体を形成することが報告されていた。そこで PFKL に蛍光タンパク質 mCherry を融合して培養細胞内に発現し、PFK の活性を抑制することが知られるクエン酸で刺激する実験をおこなったところ、PFKL が刺激依存的に集合し、液滴様の凝縮体を作ることを確認した。クエン酸は、酸素を消費するグルコース代謝の好氣的経路の一部である TCA サイクルの代謝産物であることから、この凝縮体形成がミトコンドリアで行われる好氣的代謝と、細胞質中で行われる解糖系の活動とのクロストークに重要である可能性が示唆される。そこで、ミトコンドリアを蛍光標識した細胞内で同じ実験を試みたところ、形成される PFKL の凝縮体はしばしばミトコンドリアと隣接しており、上記の可能性をさらに強く示唆する結果が得られた。

複数の細胞株で上記の検討を行い、今後の実験に適した系の選別を行った。並行して、PFKL の免疫染色により内在性の PFKL のダイナミクスを検討する実験を行ったところ、ひとつの細胞株 (HepG2 細胞) においてはクエン酸刺激により内在性の PFKL が集合している可能性を示唆する予備的データが得られた。一方、他の複数の細胞種では刺激前後で免疫染色像に変化は見られず、解糖系酵素の凝縮体形成が実際の生体内において生理的条件下で起こっていることを明確に示すことはできていない。

## 2021 年度の競争的研究資金

JST 戦略的創造研究推進事業 さきがけ 「細胞の動的・高次構造体」領域  
「解糖系高次構造体の時空間操作技術によるグルコース代謝制御の解明」  
2021-2024 年度、代表、4000 万円

## 科研費

新学術領域 研究領域提案型 発動分子科学 公募研究  
「細胞内タンパク質分子集団の自己組織化による結晶マイクロマシンの発動」  
2021-2022 年度、代表、440 万円  
(白眉プロジェクト開始前の採択)

持田記念医学薬学振興財団 研究助成金 (白眉プロジェクト開始前の採択)  
「解糖系酵素複合体を「操る」技術開発で新規グルコース代謝調節機構を探る」  
2021-2022 年度、代表、300 万円  
(白眉プロジェクト開始前の採択)

## 2021 年度の研究成果

### 【論文】

1. “Engineering Hydrogel Production in Mammalian Cells to Synthetically Mimic RNA Granules.”

Nakamura H. (2021)

*Methods in Molecular Biology*, vol 2312. (In: Kojima R. (eds) *Mammalian Cell Engineering*.)

Humana, New York, NY.

[https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1441-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1441-9_15)

(白眉プロジェクト開始前の掲載)

2. “Rapid manipulation of mitochondrial morphology in a living cell with iCMM”  
Miyamoto T., Uosaki H., Mizunoe Y., Han S-L., Goto S., Yamanaka D., Masuda M., Yoneyama Y., Nakamura H., Hattori N., Takeuchi Y., Ohno H, Sekiya M., Matsuzaka T., Hakuno F., Takahashi S-I., Yahagi N., Ito K., Shimano H. (2021)

*Cell Reports Methods*, 1(4), 10052

<https://doi.org/10.1016/j.crmeth.2021.100052>

(白眉プロジェクト開始前の掲載)

### 【総説】

1. 「生きた細胞内に人工のハイドロゲル凝縮体をつくる 合成生物学技術 iPOLYMER」

中村 秀樹(2021)

*生物物理*, 61(3), 166-170

DOI: 10.2142/biophys.61.166

(白眉プロジェクト開始前の掲載)

### 【招待講演】

1. 第30回 日本バイオイメーjing学会学術集会

「生きた細胞内で非膜オルガネラを「操る」合成生物学技術の開発」

中村 秀樹

2022.9.10 オンライン

(白眉プロジェクト開始前の講演)

## 白眉研究課題：西チベットにおける古チベット語岩石碑文の総合的研究

## 2021 年度の研究計画と活動

2021 年度は、古チベット語岩石碑文の点在するインドのジャンム・カシミール州、ラダック地域で碑文の実見調査を行う予定であった。しかし、昨年度に引き続き、新型コロナウイルスによる社会状況の変化に伴い、海外渡航及び調査の実施が叶わなかった。また、8月に発表予定であった国際学会 (The 19<sup>th</sup> International Association for Buddhist Studies Congress) も同理由から来年度に開催が延期された。

そこで今年度は、これまでの予備調査 (現地調査) によって収集していた岩石碑文データの整理と、考古学者によって新たに発見された岩石碑文データの検証に注力した。具体的には、上ラダック地方・シャム川沿いの Lehdo で発見された 117 点の録文データの解析と簡易カタログの作成を行なった。また、そこから得られたデータを、同じく上ラダック地域に位置する Alchi、Kalatse、Kharool、Balu-khar、ヌプラ地域の Chomo-lung、Kushwar-thang 等の地点の録文データと照合し、氏族名 (Clan) と役職名 (Title) の整理と分析を実施した。新発見の岩石碑文データの入手と研究推進のために、発見者である CNRS (The French National Centre for Scientific Research) の研究者およびその研究協力者とのメールや web 会議を通じて、研究協力体制の構築を進めた。

## 2021 年度の競争的研究資金

- ・科学研究費 基盤研究 B, 「西チベットにおける古チベット語碑文の総合的研究 ～岩石碑文の歴史的意義の再検討～」, 研究代表者, 2020 年度～2024 年度, 2,800,000 円 (2021 年度) .
- ・科学研究費 国際共同研究強化 B, 「インド北東部の消滅の危機に瀕した言語文化のドキュメンテーション」, 研究分担者, 2019 年度～2022 年度, 1,183,679 円 (2021 年度) .
- ・公益財団法人味の素の文化センター 食の文化研究助成 2020 年度, 「チベット文化圏における大麦食の古層 ～現代の民族語彙と古代の記録から～」, 研究代表者, 2021 年度～2022 年度, 1,000,000 円 (総額)

## 2021 年度の研究成果

## &lt;論文&gt;

- ・Ai Nishida, 2021, “A Philological Study of the *DvādaśāDvādaśāṅgapratiṭṭyasamutpāda*,” in *Revue d’Etudes Tibétaines* vol. 60, *New Research on Old Tibetan Studies - Proceedings of the Panel Old Tibetan Studies VI - IATS 2019*, pp. 220-238.

## &lt;エッセイほか&gt;

- ・西田愛, 「武内紹人先生を偲んで」, 『内陸アジア言語の研究』XXXVI, pp. 119-128.
- ・Kazushi Iwao and Ai Nishida, “In memoriam: Tsuguhito Takeuchi” on the website of the International Association for Tibetan Studies (<https://www.iats.info/2021/09/in-memoriam-tsuguhito-takeuchi-1951-2021/>).

## &lt;口頭発表&gt;

- ・西田愛, 「占いと詩歌」, 『シンポジウム「詩歌から広がるチベット世界」』, 2022 年, 3 月 5-6 日, 東京外国語大学アジア・アフリカ言語文化研究所.

## 2021 年度の教育への貢献

- ・関西大学文学部にて非常勤講師として「チベット文化論」を担当.
- ・神戸市外国語大学大学院にて非常勤講師として「アジア文化研究 I」を担当.

## 2021 年度の学界等への貢献

- ・日本宗教学会第 80 回学術大会のオンライン開催の運営サポート.
- ・The 16<sup>th</sup> Conference of the International Association for Tibetan Studies のパネル開催に採択.

## 2021 年度の社会的貢献

- ・西田愛, 「古代チベットの信仰と仏教」, 『人文学への誘い ～京都大学人文科学研究所協力

白眉研究課題：新しい超高压変形実験装置による地球中心核ダイナミクス解明への挑戦

2021 年度の研究計画と活動

地球深部の流動特性（流動強度や変形に伴う地球構成鉱物の組織変化など）解明を目指した実験的研究は、従来の高压変形実験装置（回転ドリッカマー装置や D-DIA 装置）を利用した、圧力 30 GPa（対応する地球深さ約 800 km。地球半径は約 6400 km で中心圧力は 364 GPa）までの環境に限られてきた。本研究では高压高温の地球中心核の流動特性（レオロジー）の実験的解明を目標とし、対応する圧力温度での変形実験が可能な回転式ダイヤモンドアンビル装置の高度化を目的としていた。具体的な技術開発課題として、(1) 地球核圧力 (<364 GPa) までへの実験可能圧力の伸展と、(2) 高温発生のための設備備品の設計・導入、高温実験、(3) 放射光施設における X 線集光光学系の高度化による、X 線ビーム径の極小化、を行うことを計画している。本年度は特に (2) の高温技術開発のための新たな真空チャンバー・変形機構付き高压実験装置を実験室に導入し、装置の基本的な動作確認テストを終えた。ほか、去年度に引き続き貴金属抵抗線による高温発生技術の開発を行った。

2021 年度の競争的研究資金

2021. 4-2026. 3 [分担] 基盤研究 (A) (本年度 1, 200 千円), JSPS

「超高压超大歪み変形実験による全マントル領域を網羅する地球内部レオロジー断面の決定」(代表: 岡崎啓史)

2020. 4-2024. 3 [分担] 基盤研究 (A) (本年度 100 千円), JSPS

「電子線を用いた水素の高压その場観察：地球深部の水循環の解明」(代表: 三宅亮)

2019. 4-2023. 3 [代表] 基盤研究 (A) (本年度 700 千円), JSPS

「高压変形実験技術の革新による地球内核の複雑な地震波構造の起源とダイナミクスの解明」

2019. 4-2022. 3 [分担] 基盤研究 (B) (本年度 300 千円), JSPS

「新しく開発した超高压変形装置を用いた D' 層のレオロジーに関する実験的研究」(代表: 東真太郎)

2021 年度の研究成果

N. Ishimatsu, S. Iwasaki, M. Kousa, S. Kato, N. Nakajima, N. Kitamura, N. Kawamura, M. Mizumaki, S. Kakizawa, R. Nomura, T. Irifune, H. Sumiya (2021) Elongation of Fe-Fe atomic pairs in the Invar alloy  $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$ , *Physical Review B*, 103, L220102. doi:10.1103/PhysRevB.103.L220102

2021 年度への教育への貢献

2021 年度の学界等への貢献

2021 年度の社会的貢献

2021. 5 日本地球惑星科学連合 2021 年大会、セッションコンビーナ

白眉研究課題：世界住宅データベースの構築に基づく住まいの再考

Reconsideration of dwellings based on a world housing database

2021 年度の研究計画と活動

本年度は、我が国におけるミクروسケールでの土地・建物の現状や変化を理解するため、不動産データベースの構築し、社会経済的属性を表すようなデータセットと掛け合わせることで、不動産の流動的性質を理解することを目的として活動していた。不動産は、大きく共同住宅、戸建て住宅、土地に分類してデータベース化することを試みており、一部のデータベースは分析可能な水準まで整備できた。共同住宅に関して、民間企業の広告情報をもとに同一物件の重複削除を

行った後、住戸レベルでの包括的なデータを構築した。これを住棟レベルのデータと階層的に結合することで、全国に分譲マンション棟数や高経年マンションなどを把握することが可能となる。一方で、土地は不動産登記情報をもとに、地番単位での包括的な土地データベースを作成中である。当該情報は所有者の登記移転やその原因と紐づいており、どのような理由で土地所有が移転しているのかについても明らかになる。最終的には、建物と土地データを地理空間上で掛け合わせることで、さらに階層的な不動産データベースへと発展させることを試みたい。このような不動産データベースの応用としては、高経年マンションの地理的な分布の把握が考えられる。不動産データベースを用いれば、これまで把握が難しかった町丁目毎でどのような特徴差があるのかを分析可能であり、さらに高経年マンションのみを選択して投影することで、分譲マンションの建て替え可能性の検討も可能である。これは、分譲マンションの不動産的特性や立地的条件、所有者の意向を加味したうえで、どのように建て替えマンションが分布しているのかを明らかにできる。今後、電力スマートメータのデータなども利用しつつさらに分析を深める予定である。

## 2021 年度の競争的研究資金

- 卓越研究員事業・研究費，世界住宅データベースの構築に基づく住まいの再考，研究代表者，AY2020-AY2021，¥12,000,000（直接経費）。
- 卓越研究員事業・環境整備費，世界住宅データベースの構築に基づく住まいの再考，研究代表者，AY2020-AY2024，¥6,500,000（直接経費）。
- 科研費・基盤研究(A)，不動産市場とマクロ経済：大規模マイクロデータを用いた解明，研究分担者，AY2020-AY2024，¥1,000,000（直接経費）。
- 科研費・基盤研究(A)，エビデンスに基づく計量的地域研究の展開，研究分担者，AY2021-AY2025，¥500,000（直接経費）。
- 科研費・若手研究，共同住宅空き家率の推定と住宅特性との相関及び周辺環境に与える影響の分析，研究代表者，AY2020-AY2022，¥4,290,000（直接経費）。

## 2021 年度の研究成果

○学術雑誌等に発表した論文，著書

### 査読有論文

- 馬場弘樹，秋山祐樹，清水千弘．(2022)．スマートメータを利用した空き家期間と地域特性との関係分析—群馬県前橋市を対象として．GIS-理論と応用，30(1)，掲載決定．
- Hino, K., Baba, H., Kim, H., Shimizu, C. (2022) Validation of a Japanese walkability index using large-scale step count data of Yokohama citizens. *Cities*, 123, doi.org/10.1016/j.cities.2022.103614.
- Hino, K., Mizutani, K., Asami, Y., Baba, H., Ishii, N. (2021). Attitudes of parents and children toward housing inheritance in a Tokyo suburb. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, doi.org/10.1080/13467581.2021.1964976.
- 秋山祐樹，馬場弘樹，大野佳哉，高岡英生．(2021)．機械学習による空き家分布把握手法の更なる高度化．日本建築学会計画系論文集，86(786)，2136-2146．
- 馬場弘樹，秋山祐樹，谷内田修．(2021)．自治体保有データを活用した空き家の空間分布の将来予測モデル構築—群馬県前橋市を対象として．土木学会論文集 D3（土木計画学），77(2)，62-71．

### 査読無論文

- 馬場弘樹，眞木仁，高野佳佑，清水千弘．(2021)．所有権移転登記情報からみた不動産市場の流動性—不動産流動統計を用いた分析—．CSIS Discussion Paper，173．
- 清水勇蔵，馬場弘樹．(2021)．気候変動と不動産取引 — 不動産価格に対する洪水のインパクト．日本不動産学会誌，35(1)，112-117．

○国際会議における発表

### 査読有口頭発表

- Nishi, H., Asami, Y., Shimizu, C., Baba, H. Scalable Spatio-Temporal Regression Model using Moran's Eigenvector and Its Application to the Housing Market. XV World Conference of Spatial Econometrics Association, online, May. 26-28, 2021.

○国内学会・シンポジウム等における発表

### 査読有口頭発表

- 馬場弘樹，関口知子，清田陽司，清水千弘．不動産取引データベースの網羅性向上を目的とした不動産募集広告情報のレコード同定．2021 年度人工知能学会全国大会，オンライン

開催, 2021/6/8-11.

- Hiroki Baba, Efficient population size of fire protection services considering intermunicipal cooperation. 日本地域学会 第58回(2021年)年次大会, オンライン開催, 2021/10/9-10.
- 馬場弘樹, バンコクにおける都市施設へのアクセシビリティとその格差. CSIS DAYS 2021, オンライン開催, 2021/11/19-20.

#### 査読無口頭発表

- 馬場弘樹, 新たなデータ資源に着目した空き家推定の展開. 日本都市計画学会 2021年度全国大会, 松山市, 2021/11/5-7.
- Hiroki Baba, Spatial Inequality in Accessibility of Urban Facilities in Thailand. KASEAS-CSEAS Joint Conference, online, 2021/11/12.
- 馬場弘樹, 高野佳佑, 清水千弘. 不動産の流動性からみる都市の姿. 京都大学都市経済学研究会, 京都市, 2021/11/12.
- 馬場弘樹, タイにおける都市施設のアクセシビリティ格差. アジア経済発展論研究会セミナー, オンライン開催, 2022/2/3.
- 馬場弘樹, 新たなデータ資源に着目した空き家推定の展開. 第24回都市不動産科学ワークショップ, オンライン開催, 2022/2/8.
- 馬場弘樹, ASEAN 諸国のデータ取得の現状と都市研究への応用. 京大アジアアフリカ塾, オンライン開催, 2022/3/7.

#### 2021 年度の実績・表彰等

- 研究奨励賞, CSIS DAYS 2021, 2021 年 11 月, 単独.

#### 2021 年度の社会的貢献 Social contribution in AY2020

福島県磐梯町における公共データを用いた空き家予備軍の推定

本研究は磐梯町から空き家の現地調査結果と水道使用量データを提供いただき、水道使用量に基づく空き家予備軍の空間分布を推定した。さらに、空き家予備軍の所有者にアンケート調査、訪問調査を行い、空き家の利用意向調査を併せて行った。研究結果は現状で認識されていない空き家を割り出す点において有用であるだけでなく、いくらかの空き家は売却・賃貸・解体を検討しているとの意向も明らかになり、空き家バンクへの登録等を促すなど、磐梯町の空き家関連の業務推進に寄与することができた。

春本 敏之 (はるもと としゆき)

●第10期 特定助教

白眉研究課題：性を操る微生物に学ぶ：昆虫の共生細菌による生殖操作を包括的に理解し応用する

#### 2021 年度の研究計画と活動

##### 1) 共生細菌のオス殺し毒素の作用機序追究

私はショウジョウバエの共生細菌スピロプラズマに着目し、生殖操作「オス殺し」の分子機構を追究している。私が同定した細菌由来のオス殺し毒素 Spaid は、ショウジョウバエオスの性染色体だけに DNA 損傷を誘導しオスを殺す。

昨年までに、*in vivo*, *in vitro*での分子遺伝学、生化学的アプローチにより、Spaid の OTU ドメインが、自身に付加されたユビキチンを除去することにより、宿主のプロテアソーム経路による分解から免れていることを示唆する結果を得ていた。2021 年度は、免疫沈降と変性バッファ洗いによる生化学的手法により、Spaid 自身がポリユビキチン化されていることを示す結果を得た。また、以上のデータの論文化を目指して反復実験を行い、再現性のある結果を得た。2022 年度中の論文発表を目指したい。

##### 2) ショウジョウバエのウイルスより発見された新規オス殺し毒素

愛媛大学の和多田正義博士、農研機構の陰山大輔博士と共同で、ショウジョウバエのオス殺しウイルスについて研究している。新たに発見したウイルス由来オス殺し遺伝子を、人工的に発現するトランスジェニック系統を新規作製し、オス殺し活性を確認した。遺伝子の発見については現在論文執筆中であり、2022 年度中の発表を目指している。

さらに機能部位を同定するため、コードされたアミノ酸 (全長 330 aa) を N 末半分 (1-165 aa), 中間部 (91-255 aa), C 末半分 (165-330 aa) に分割してそれぞれ発現させたところ、N 末

半分と中間部は毒性を持たなかったが、C 末半分はオス・メス双方に対して毒性を示した。また、N 末半分と C 末半分の共発現させることにより（これで都合全長となる）、部分的にオス殺し活性を再現することができた。このことは、性に問わない毒性を持つ C 末半分の活性を、N 末半分が何らかの仕組みでメスにおいてのみ抑制することを示唆している。今後、分子遺伝学や生化学実験、RNA-seq による解析を行い、作用機序を追究する。

## 2021 年度の競争的研究資金

・JST ERATO 深津共生進化機構プロジェクト（代表：深津武馬）

「共生進化過程における生物間相互作用の分子・細胞生物学的な解析」グループリーダー、2019. 10～2025. 03、112, 000 千円（本年度 20, 000 千円）

## 2021 年度の研究成果

### 【口頭発表】

- 1) 春本敏之. 昆虫-共生微生物の相互作用を分子レベルで理解する. 日本進化学会第 23 回東京大会, オンライン開催 (2021 年 8 月 20 日)
- 2) Toshiyuki Harumoto. The action mechanisms of male-killing toxin produced by *Drosophila* symbionts. 14th Japan *Drosophila* Research Conference, オンライン開催 (2021 年 9 月 15 日)

## 2021 年度への教育への貢献

- 1) 生命科学研究所 Summer School 2021 指導教員 (2021 年 8 月 30 日- 9 月 17 日)
- 2) 理学部生物学セミナー「動物発生と環境適応の分子機構」補助教員 (2021 年度後期)

## 2021 年度の学界等への貢献

- 1) Frontiers in Microbiology Research Topic “Spiroplasma, Mycoplasma, Phytoplasma, and Other Genome-Reduced and Wall-Less Mollicutes: Their Genetics, Genomics, Mechanics, Interactions and Symbiosis with Insects, Other Animals and Plants.” Guest editor

馬場 基彰 (ばんば もとあき)

●第 11 期 特定准教授

## 白眉研究課題：超放射相転移の実現・観測・機能性に関する理論研究

### 2021 年度の研究計画と活動

これまでの研究により、マグノン版の超放射相転移が磁性体  $\text{ErFeO}_3$  で実現されることを見いだしてきた。2021 年度は、その観測と機能性についての理論研究、観測のための実験系の立ち上げを計画し、実施してきた。

超放射相転移の明確な観測のためには、物質や電磁場の量子ゆらぎの測定および量子ゆらぎの抑制（量子スクイーミング）の観測が必要となる。それらが機能性のためにも重要である。マグノン版の超放射相転移の場合には、マグノンの量子ゆらぎを測定しなければならない。現在、量子ゆらぎの測定としてレーザー光を用いる手法が世界的に試行錯誤されている状況である。その枠組みでマグノンの量子ゆらぎを測定する場合は、マグノンが示す非線形光学効果が必要となる。

そのため、 $\text{ErFeO}_3$  のマグノンの光学非線形効果の実験と解析について、東京大学の栗原貴之助教らと共同研究を行った。結果として、マグノンが示す 2 次の非線形光学効果の観測には光の吸収係数を測定することが有効であることを見いだした。

この解析結果などを踏まえ、京都大学大学院理学研究科の光物性研究室にて、量子ゆらぎの測定系の立ち上げを開始した。栗原貴之助教と光物性研究室の内田健人特定助教との共同研究である。二準位電子系とテラヘルツ波共振器からなる物質系などをテスト用の資料に用いて、測定系の性能評価と改善を今後 1～2 年掛けて実施していく。その後に  $\text{ErFeO}_3$  でのマグノンの量子ゆらぎの測定に着手する計画である。

$\text{ErFeO}_3$  の解析としては、主に米国 Rice 大学と協力し、静磁場をある方向に印加すると、マグノン版の超放射相や通常相とは別に、新規な相が現れること、またそれらの相が共存することを見いだした。超放射相と新規相との相境界や共存領域で、これまでに見いだしてきた量子スクイーミングとは異なる量子状態が得られる可能性がある。それが新規な機能性に繋がる可能性が

ある。これらの理論的な検討を 2022 年度以降に実施していく。

## 2021 年度の研究成果

1. Takuma Makihara, Kenji Hayashida, G. Timothy Noe II, Xinwei Li, Nicolas Marquez Peraca, Xiaoxuan Ma, Zuanming Jin, Wei Ren, Guohong Ma, Ikufumi Katayama, Jun Takeda, Hiroyuki Nojiri, Dmitry Turchinovich, Shixun Cao, Motoaki Bamba, and Junichiro Kono, "Ultrastrong magnon-magnon coupling dominated by antiresonant interactions," *Nature Communications* **12**, 3115 (2021), doi:10.1038/s41467-021-23159-z
2. Tomohiro Shitara, Motoaki Bamba, Fumiki Yoshihara, Tomoko Fuse, Sahel Ashhab, Kouichi Semba, and Kazuki Koshino, "Nonclassicality of open circuit QED systems in the deep-strong coupling regime," *New Journal of Physics* **23**, 103009 (2021), doi: 10.1088/1367-2630/ac2850
3. Motoaki Bamba, Xinwei Li, Nicolas Marquez Peraca, and Junichiro Kono, "Magnonic superradiant phase transition," *Communications Physics* **5**, 3 (2022), doi: 10.1038/s42005-021-00785-z
4. 馬場基彰, "光と物質の強結合系の光物性," 物理学会 2021 年秋季大会 22pE1-1 2021 年 9 月 22 日
5. 馬場基彰, "超放射相転移," 日本物理学会 第 77 回年次大会 19aS06-7 2022 年 3 月 19 日

## 2021 年度の教育への貢献

## 2021 年度の学会への貢献

## 2021 年度の社会的貢献

1. 集合知ネットワーク構築に向けて 出演, パネリスト, 科学技術振興機構 (J S T) サイエンスアゴラ 2021 2021 年 11 月 6 日
2. CAREER ONLINE EVENT for Researchers and Candidates, 出演, パネリスト, BEAST オンライン 2021 年 11 月 13 日
3. 【京大准教授が語る】「光相転移」の魅力とは!? 気になるヨーロッパの研究環境も紹介! (馬場基彰先生) - 第 2 回突撃隣の研究室! 出演, 学生コミュニティミツバチ 突撃隣の研究室! YouTube 2021 年 12 月 19 日
4. 科学振興に向けた官民の対話を, 日本経済新聞社 日本経済新聞 私見卓見 2021 年 5 月 4 日
5. 現象解明 孤高の夢, THE KYOTO THE KYOTO 京大 "アナキズム" 没頭の衝動 2021 年 6 月 29 日
6. 「人類に光」の情熱, THE KYOTO THE KYOTO 京大 "アナキズム" 没頭の衝動 2021 年 6 月 30 日
7. "夢物語" に挑む情熱, THE KYOTO THE KYOTO Review 6 月 27 日~7 月 3 日 2021 年 7 月 3 日
8. 大発見は否定から始まった!? 光の謎に挑む理論物理の理研究者 京都大学白眉センター 特定准教授馬場基彰先生 インタビュー 前編, YouTube ScienceTalks TV 2021 年 9 月 24 日
9. 証明されればノーベル賞級 未だ明らかになっていない光の謎「超放射相転移」に迫る 京都大学白眉センター特定准教授馬場基彰先生 インタビュー 後編, YouTube ScienceTalks TV 2021 年 10 月 1 日
10. 物理の未解明現象「超放射相転移」を研究。これからの日本の科学を振興する新団体発足にも奔走 (上), 日本科学機器協会 科学機器 科学の峰々 2022 年 2 月
11. 物理の未解明現象「超放射相転移」を研究。これからの日本の科学を振興する新団体発足にも奔走 (下), 日本科学機器協会 科学機器 科学の峰々 2022 年 3 月

檜山 智美 (ひやま さとみ)

●第 9 期 特定助教

白眉研究課題: クチャの石窟壁画の研究を基点とした西域仏教文化の復元的考察

## 2021 年度の研究計画と活動

本年度は以下の三点の研究活動に重点的に取り組んだ。

第一に、前年度まで集中的に取り組んできた北京大学考古文博学院の Giuseppe Vignato 教授とマインツ文学学術院の Petra Kieffer-Pülz 博士、筑波大学の谷口陽子准教授との共同研究の

成果を、書籍 *Traces of the Sarvāstivādins in the Buddhist Monasteries of Kucha* として上梓した。原著の原稿は、前年度末に一度編集者へ提出していたが、美術史的観点を重視する編集者サイドから、従来の美術史研究とは大幅に異なる方法論と見解を含む原著の内容に関して多くの批判的コメントを頂いたほか、原著の内容に興味を持ち、事前に原稿に目を通してくれた美術史・考古学・文献学分野の諸先学たちからも多くのご助言を頂いたため、本年度前半は共著者たちと共に原稿の最終的な手直しに尽力し、8月に最終稿を入稿することが出来た。書籍は無事に2022年1月にニューデリーの DEV Publications より刊行され、筆者が Vignato 教授と十年来取り組んできた学際的共同研究によりやく一区切りをつけることが出来た。本研究は、各国探検隊の資料を用いて100点以上の保存状態の悪い石窟寺院を復元的に考察し（復元図の作成を含む）、それぞれの窟の考古・美術史的特徴について分析した上で、文献や保存科学分野の成果も含めた視野から総合的に検討するという膨大な作業を要するものであったため、研究に集中的に取り組むことが出来る白眉研究者としての期間が決して完了することが出来ないものであった。白眉プロジェクトでの採用期間中に是非完成させたかった研究を実現することが出来たことを嬉しく思っている。

第二に、上述のプロジェクトとは別途に個人で進めていた、六世紀の敦煌壁画に見られるシンクレティズム的図像表現についての研究を集中的に行った。前年度に出版した本研究に関わる『仏教芸術』掲載論文（\*今年度10月に「國華奨励賞」を受賞、下記参照）では西魏時代の敦煌莫高窟の壁画に見られるインド的要素に焦点を当てたが、今年度後半は、本稿にて十分に扱うことが出来なかった5～6世紀の中原の文化的背景との関連に重点を置いて研究を進めた。その結果、北魏の仏教美術にしばしば用いられている、一つの図像の意味が鑑賞者の宗教的帰属によって柔軟に変化し得るというダブル（ハイブリッド）・イメージの手法が西魏の敦煌美術の構想に大きな影響を与えている可能性に辿り着いた。本研究の成果は12月に行われた文学研究科のシンポジウムにて口頭発表をしたほか、2022年3月中には勉誠出版の書籍の一章として出版予定である。

第三に、共同編集者の一人として、ドイツの指導教授である Monika Zin 教授の退官記念論文集の編集に携わった。Zin 教授の研究自体が多岐に渡るため、南アジア～中央アジアの仏教文化に関する様々な分野の研究者から40本を越える英文及び独文の寄稿論文が集まったこと、更に予算の都合で編集も紙面レイアウトも全て編集者サイドで行わなければならなかったことから、編集・校正作業にはかなりの労力を要したが、同時に当該分野の第一線の研究者たちの最新の知見を学ぶことが出来たほか、英・独文の書籍の編集経験も積むことが出来て大変勉強になった。論文集は既に完成しており、2022年5月にZin教授に上梓予定である。

## 2021年度の競争的研究資金

・科研費・若手研究「クチャ（亀茲）国の仏教石窟寺院をめぐる美術・考古・文献資料の総合的研究」（研究代表：檜山智美、2019年度～2022年度、2021年度：1,040千円）

・科研費・基盤研究（B）「石窟史料からみた敦煌オアシス地域の研究」（研究代表：坂尻彰宏、2020年度～2022年度、2021年度予算：300千円）

・科研費・基盤研究（B）「トカラ語仏教圏におけるジャータカ・アヴァダーナの伝承の学際的研究」（研究代表：幅田裕美、2021年度～2026年度、2021年度予算：300千円）

・科研費・基盤研究（A）「五台山仏教文化圏における文物の生成・継承・波及」（研究代表：稲本泰生、2021年度～2026年度、2021年度予算：50千円）

## 2021年度の研究成果

<論文>

・檜山智美「クチャ（亀茲）国の早期の説一切有部系仏教寺院の復元的考察」『密教図像』第35号、2021年、pp. 31-54.

・Satomi Hiyama, 2022, "Overlapping Heavens in the Mural Paintings of Mogao Cave 285 in Dunhuang - An Art-Historical Study of the Syncretistic Images on its West Wall and Ceiling," *Overlapping Cosmologies in Asia*, eds. by Eric Huntington & Bill M. Mak, Leiden: Brill, pp. 257-280.

・檜山智美「西魏時代の敦煌莫高窟に見られる習合的図像表現について—第二四九・二八五窟の壁画に見られる「ハイブリッド・イメージ」」『宗教遺産テキスト学の創成』勉誠出版、2022年、

pp. 81-102.

<書籍>

- ・Giuseppe Vignato & Satomi Hiyama, with Appendices by Petra Kieffer-Pülz & Yoko Taniguchi, *Traces of the Sarvāstivādins in the Buddhist Monasteries of Kucha* (Leipzig Kucha Studies 3). New Delhi: DEV Publishers & Distributors, 2022.
- ・Ines Konczak-Nagel, Satomi Hiyama, and Astrid Klein (eds.), *Connecting the Art, Literature, and Religion of South and Central Asia: Studies in Honour of Monika Zin*. New Delhi: Dev Publishers & Distributors, 2022 (forthcoming).

<講演>

- ・Satomi Hiyama, “Fifth century Central Eurasia and the formation of a ‘Eurasian Late Antiquity,’ ” ISAW Seminar at New York University (online), 2021年4月8日.
- ・檜山智美「玄奘の辿った道 クチャの仏教寺院の遺跡と美術」(人文学への誘い〜京都大学人文科学研究所協力講座)、朝日カルチャーセンター京都、2021年6月5日.
- ・Satomi Hiyama, “Sumeru cosmology in early Buddhist art and its interaction with other religious arts,” a guest lecture at the international workshop of the Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin, online), 2021年7月16日.
- ・檜山智美「美術から辿る須弥山世界観の伝播」大正大学、2021年7月20日.
- ・檜山智美「シルクロードの仏教美術とシンボルの東西交流」(めぐろシティカレッジ講座「シンボル・しるし・紋様の世界を探る その2」)めぐろシティカレッジ、2021年10月23日.
- ・Satomi Hiyama, “Opening remarks,” at Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Department III Colloquium, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin, online), 2021年10月26日.
- ・檜山智美「西魏時代の敦煌における仏教と道教の世界観の融合」(「敦煌壁画めぐり絵と絵解き解説 第一回目」) 仏教サロン京都 (オンライン)、2021年11月19日.
- ・檜山智美「天と地を繋ぐ軸: 須弥山と崑崙山」(「敦煌壁画めぐり絵と絵解き解説 第二回目」) 仏教サロン京都 (オンライン)、2021年11月26日.
- ・檜山智美「敦煌壁画に見られる中国とインドの世界観の習合」(2021年度京都大学文学研究科・文学部公開シンポジウム「ユーラシアにおける宗教遺産研究の可能性—伝播と融合—」)、京都大学、2021年12月4日.
- ・Satomi Hiyama, “(Lecture in in honor of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn) Intercultural Exchanges on the Silk Road: Syncretistic Cosmology in the Buddhist Cave Art of Dunhuang in the Early 6th Century,” The Department of Eastern Languages at 60: Navigating the Currents of Learning, Chulalongkorn University, 2021年12月16日.
- ・Satomi Hiyama, “The Different Palettes that Colored Monastic Lives: Study on Pigments Used for Two Painting Styles in the Buddhist Monasteries of Kucha Kingdom in the 6th – 7th Centuries,” at Session (L-V41): Borderland Identities along the “Buddhist Road” (ca. 6th – 12th Centuries CE), Association for Asian Studies Annual Conference 2022, 2022年3月27日.

<メディア掲載>

- ・「宗教をガクモンする⑦ 美術が紡ぐ「聖なる世界」」(インタビュー記事、京都新聞朝刊・第24面、2021年4月8日、<https://www.kyoto-np.co.jp/articles/-/542334?fbclid=IwAR2rMgMjq0Jxo3upXsRYPdzCmesjGnwLM3VwnGhsasA6B1CnjpZtGVvJBaI>)
- ・「情報の宝庫・シルクロードの仏教壁画。その魅力を広く発信したい!」(ウェブインタビュー記事、『ザッツ・京大』、2021年1月26日、<https://www.thats.pr.kyoto-u.ac.jp/2022/01/26/11862/>)

2021年度の受賞・表彰等

- ・第33回「國華奨励賞」(國華社・朝日新聞社、2021年10月28日、<https://www.asahi.com/articles/DA3S15065860.html>)

## 2021 年度の教育への貢献

今年度は学期を通しての講義は担当しなかったが、ライプツィヒ大学における Monika Zin 氏のゼミとマックス・プランク科学史研究所のコロキウムに定期的にオンライン参加し、仏教美術史や仏教宇宙論に関する院生の発表においてディスカッサントを務めたり、コメントをしたりするといった形で教育活動に参加した。

## 2021 年度の学界等への貢献

上述の Monika Zin 教授の記念論集の編集を通して、国内外のインド美術史、仏教文献学、南アジア考古学、チベット学、敦煌学などの第一線で活躍する研究者と連絡を取り、寄稿論文を募集し一冊の書籍として編集・校正するという作業を行った。Zin 教授の多岐に渡る幅広い学問的業績と、それが各隣接分野にもたらしたインパクトを可視化して論集という形でまとめるのは、自分を含めて Zin 教授の直弟子として長年共に仕事をしてきた数名にしか出来ない作業であったと思われるため、Zin 教授の学界への多大な貢献を書籍として可視化出来たという意味において、間接的に学界へ貢献出来たのではないかと考えている。

## 2021 年度の社会的貢献

本年度は計 5 回の一般向け講演もしくは公開講演会に登壇したほか、京都新聞や web マガジンにおいてもインタビューを受け、クチャや敦煌といった西域の仏教壁画の魅力とその研究の面白さを一般向けに分かりやすく伝えるための活動を行った。また、12 月にはチュラロンコーン大学のオンラインイベントにおいて、敦煌壁画に見られる多宗教の習合図像に関してシリントーン王女殿下へのご進講をさせて頂く機会を得た。複数の宗教文化が争い合うことなく平和に共存していた様子を示す 6 世紀前半のシルクロードの壁画の話に関しては特に反響が大きく、現代世界を生きる上でも非常に重要な知見だという感想も頂いた。

平島 剛志 (ひらしま つよし)

●第 11 期 特定准教授

## 白眉研究課題：生体内における精子乱流と受精能獲得との接点の探求

### 2021 年度の研究計画と活動

精子は、精細管から誕生し精巣上体細管内を通過することで、自然環境下での受精に必要な運動能を獲得する。この過程は、精子の生殖細胞としての機能獲得に極めて重要であるにもかかわらず、生体内でどのように精子が振る舞い、運動能・受精能を得るのかは全く不明である。これまでに、私は多光子顕微鏡を用いた生体イメージングを行うことで、精巣上体管内にダイナミックな精子集団の流れ場（精子乱流）が形成されていることを見出した。生殖機能獲得に結びつく精子流れ場の発生機構の理解を進めるために、2021 年度は、マウスを用いた生体内および生体外の両実験系におけるライブイメージングを行うことで分子活性と精子運動の特徴づけを行った。おもに鞭毛運動制御に関わる Protein Kinase A を精子一細胞レベルで測定する基盤技術を構築した。予備的な結果として、精巣上体管腔内の精子集団の分子活性が不均一であることがわかった。また、計測データを取り入れた数理モデル解析の準備を進めた。課題に直結するこれらの研究を進める一方で、より大きな枠組みから発せられる問い「細胞集団はどのように複雑な組織構造や時空間パターンを生み出すのか？細胞集団の振る舞いは如何にして生命機能に結びつくのか？」に対する理解を深めるため、発生と生殖における多細胞ダイナミクスの力学－生化学的側面に着目した研究を進めた。本年度は 6 件の論文が受理され、5 件の原稿が査読中である。

### 2021 年度の競争的研究資金

・日本学術振興会 学術変革領域研究(A)、多細胞自律性を支える細胞競合機構の数理・物理学的解明、代表、2021～2025 年度、98,500 千円

・日本学術振興会 挑戦的研究(萌芽)、精子アクティブマターによる生体内集団動態の物理機構、代表、2021～2023 年度、5,000 千円

・日本学術振興会 新学術領域研究(研究領域提案型)、生殖細胞集団動態のシンギュラリティを生み出す運動能プロファイル、代表、2021～2023 年度、5,000 千円

・成茂神経科学研究助成基金、蝸牛管の形態形成を制御する螺旋神経節の傷害とライブイメージ

ング、代表、2021 年度、700 千円

・ASEM-DUO FELLOWSHIP PROGRAMME “DUO WALLONIA-BRUSSELS” (BELGIUM)、Bioengineering of 3D hydrogels、代表、2021～2022 年度、2,500 euro

## 2021 年度の研究成果

・Tsuyoshi Hirashima\*

Live imaging approach of dynamic multicellular responses in ERK signaling during vertebrate tissue development (Review) .

Biochemical Journal, 479, pp129-143, 2022.

・Tsuyoshi Hirashima\*

Mechanical feedback control for multicellular tissue size maintenance: a minireview.

Frontiers in Cell and Developmental Biology, 9, doi: 10.3389/fcell.2021.820391, 2022.

・Hiroshi Ichise, Shoko Tsukamoto, Tsuyoshi Hirashima, Yoshinobu Konishi, Choji Oki, Shinya Tsukiji, Satoshi Iwano, Atsushi Miyawaki, Kenta Sumiyama, Kenta Terai, Michiyuki Matsuda

Functional Visualization of NK Cell-mediated Killing of Metastatic Single Tumor Cells. eLife, e76269 doi: 10.7554/eLife.76269, 2022.

・Keisho Hirota, Tsuyoshi Hirashima, Kazuki Horikawa, Akihiro Yasoda, Michiyuki Matsuda  
C-type natriuretic peptide-induced PKA activation promotes endochondral bone formation in hypertrophic chondrocytes. Endocrinology, bqac005, 2022.

・Mamoru Ishii, Tomoko Tateya, Michiyuki Matsuda, Tsuyoshi Hirashima\*

Stalling interkinetic nuclear migration in curved pseudostratified epithelium of developing cochlear duct.

Royal Society Open Science, 8:211024, 2021.

・Shinji Kumegawa, Gen Yamada\*, Daiki Hashimoto, Tsuyoshi Hirashima, Mizuki Kajimoto, Kyoichi Isono, Kota Fujimoto, Kentaro Suzuki, Masatsugu Ema, Shinichi Asamura  
Development of surgical and visualization procedures to analyze vasculatures by mouse tail edema model.

Biological Procedures Online, doi: 10.1186/s12575-021-00159-3, 2021.

## 2021 年度の教育への貢献

京都大学 大学院生命科学研究科「実験系生物学者のための数理・統計・計算生物学入門コース」の授業を担当

## 2021 年度の学界等への貢献

・日本生物物理学会 分野別専門委員「C-27. 発生」

・日本生物物理学会 会誌「生物物理」編集委員

・日本細胞生物学会 常任編集委員

・日本細胞生物学会 代議員

・第 54 回 日本発生生物学会年会 実行委員

・Journal of Theoretical Biology 誌の Editorial Board

・Frontiers in Cell and Developmental Biology 誌にて特集号「Multicellularity: Views from Cellular Signaling and Mechanics」の Topic Editors

## 2021 年度の社会的貢献

・科学技術・学術政策研究所 専門調査委員

## 白眉研究課題：極高エネルギー宇宙線天文学を目指した新型大気蛍光望遠鏡の開発

## 2021 年度の研究計画と活動

宇宙空間で最も高いエネルギーを有する極高エネルギー宇宙線は、その莫大な運動エネルギーのため宇宙磁場で曲げられにくく、宇宙線の起源および加速機構を指し示す新たな『目』(天文学)として期待されている。本研究では、現在の感度を飛躍的に向上させ、極高エネルギー宇宙線を使った次世代の天文学を開拓するために、低コスト型の新型大気蛍光望遠鏡の開発および試験観測を進めている。

2021 年度は新型コロナウイルスの感染拡大を受けて、アメリカユタ州に設置した新型大気蛍光望遠鏡は現在も観測を休止している。同様に、アルゼンチンメンドーサのピエールオージェ観測所に設置した同型の望遠鏡も観測を再開できていない。この渡航ができない期間に、実験室内にカメラの試験装置を新たに設置した。位置決定精度が 0.2 mm を持つ汎用型ロボットアームを使い、暗室の中で光源をカメラ面上で動かすことでカメラの統合試験を短時間での実施することができた。さらには、太陽光パネルとバッテリーによって電力が供給されない地点での自律稼働を達成するために、低電力の新型データ収集エレクトロニクスを開発を進めている。現在は試作機の基板が完成し、実験室での試験へ向けたファームウェア開発を進めている。新型コロナウイルスの状況にも依存するが、今回開発した新型データ収集エレクトロニクスおよび新型大気蛍光望遠鏡の設置は 2022 年 7 月以降に延期する予定である。

今年度は、近隣分野と協力した学際研究について進展した。X 線観測の研究グループで協力し、テーブルトップ型の新粒子探査実験 (ISAI) を新たに開始した。ISAI は、X 線搭載用の新型ピクセル撮像素子と三角シンチレータによる飛跡検出型アクティブシールドを使って、太陽から到来する新粒子発見を目指す計画である。今年度は実験を進めるための恒温槽を設置し、鉛でシールドされていない状態での環境放射線量を測定した。また、国立天文台の宮崎氏のグループと協力し、すばる望遠鏡に入射した宇宙線空気シャワーの解析も進めている。非常に低頻度であるが、すばる望遠鏡の CCD で大量の空気シャワー粒子を検出できることが明らかになり、前例のない位置分解能での空気シャワー粒子の撮像に成功した。現在は、解析をすすめて、この技術の応用方法についての検討を進めている。

## 2021 年度の競争的研究資金

1. 「新型大気蛍光望遠鏡アレイによる極高エネルギー宇宙線天文学の開拓」  
種類：日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (A)  
研究期間：2021 年度～2025 年度 研究代表者：藤井 俊博  
配分額：総額 40,950 千円
2. 「新型ピクセル型シリコン検出器による極低バックグラウンド環境での太陽アクシオン探査」  
種類：日本学術振興会 科学研究費助成事業 挑戦的研究 (開拓)  
研究期間：2021 年度～2024 年度 研究代表者：藤井 俊博  
研究分担者：鶴 剛、身内 賢太郎、小貫 良行  
配分額：総額 25,480 千円
3. 「マルチメッセンジャーで探る重いダークマター」  
種類：日本学術振興会 学術変革領域研究 (A) 学術変革領域研究区分 (II)  
研究期間：2020 年度～2024 年度 研究代表者：村瀬 孔大  
研究分担者：成子 篤、山中 真人、廣島 渚、藤井 俊博  
配分額：総額 55,380 千円
4. 「新型大気蛍光望遠鏡を使った極高エネルギー宇宙線観測のエネルギー較正」  
種類：日本学術振興会 科学研究費助成事業 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))  
研究期間：2019 年度～2023 年度 研究代表者：さこ 隆志  
研究分担者：野中 敏幸、木戸 英治、藤井 俊博  
配分額：総額 18,330 千円
5. 「新型大気蛍光望遠鏡を使った極高エネルギー宇宙線観測のエネルギー較正」  
種類：日本学術振興会 科学研究費助成事業 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (A))  
研究期間：2019 年度～2021 年度 研究代表者：藤井 俊博  
配分額：総額 7,020 千円

## 2021 年度の研究成果

1. “Latest results of ultra-high-energy cosmic ray measurements with prototypes of the Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes (FAST)”, T. Fujii et al. (The FAST Collaboration), Proc. of 37th International Cosmic Ray Conference, PoS (ICRC2021) 402 (2021)
2. “Testing effects of Lorentz Invariance Violation in the propagation of astroparticles with the Pierre Auger Observatory”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), JCAP 01 (2022) 023
3. “The Energy Spectrum of Cosmic Rays beyond the Turn-Down at  $10^{17}$  eV as Measured with the Surface Detector of the Pierre Auger Observatory”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), Eur. Phys. J. C 81 (2021) 966
4. “Design and implementation of the AMIGA embedded system for particle detectors”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), JINST 16 (2021) T07008
5. “Extraction of the Muon Signals Recorded by the Surface Detector of the Pierre Auger Observatory Using Recurrent Neural Networks”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), JINST 16 (2021) T07016
6. “Deep-Learning based Reconstruction of the Shower Maximum  $X_{\max}$  using the Water-Cherenkov Detectors of the Pierre Auger Observatory”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), JINST 16 (2021) P07019
7. “The FRAM robotic telescope for atmospheric monitoring at the Pierre Auger Observatory”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), JINST 16 (2021) P06027
8. “Measurement of the fluctuations in the number of muons in extensive air showers with the Pierre Auger Observatory”, P. Abreu, T. Fujii et al. (The Pierre Auger Collaboration), Phys. Rev. Lett. 126 (2021) 152002

## 2021 年度の学界等への貢献

9. “Latest results of ultra-high-energy cosmic ray measurements with prototypes of the Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes (FAST)”, T. Fujii, Oral, 37th International Cosmic Ray Conference, Berlin, Germany, July 21 (2021)
10. “Beyond-standard-model (BSM) physics searched by ultra-high-energy cosmic ray (UHECR) observations”, T. Fujii, Oral, 1st workshop: Multi-messenger Study of Heavy Dark Matter, Kyoto University, August 3 (2021)
11. “Clarifying the Most Energetic Particles in the Universe”, T. Fujii, Oral, Spin-off programme from HeKKSaGOn: Five Dialogues for Future Research and Science with Early Career Researchers, Online, November 23 (2021)
12. “Unraveling mysteries of the most energetic particle in the universe”, T. Fujii, **Invited**, 3rd Toyama International Symposium on “Physics at the Cosmic Frontier” (PCF2021), Toyama University, December 21 (2021)
13. 「新型 X 線ピクセル検出器を使った太陽アクシオン探査」, 藤井 俊博, 口頭発表, 新学術「地下宇宙」2021 年領域研究会, オンライン, 2021 年 5 月 19 日
14. 「次世代の極高エネルギー宇宙線観測実験 FAST で期待される宇宙線起源・加速機構解明の新展開」, 藤井 俊博, 口頭発表, 高エネルギー宇宙物理学研究会 2021, オンライン, 2021 年 11 月 26 日
15. 「TA 実験 384 : 2021 年 5 月 27 日に地表粒子検出器アレイで観測された極高エネルギー宇宙線事象次世代の極高エネルギー宇宙線事象」, 藤井 俊博, 口頭発表, 日本物理学会 第 77 回年次大会, オンライン, 2022 年 3 月 16 日

## 2021 年度の社会的貢献

16. シリーズ白眉対談 18 オンラインサイエンスカフェ「遠くの宇宙、近くの研究者」, 有松 亘, 川中 宣太, 藤井 俊博, 水本 岬希

白眉研究課題：小惑星リュウグウとイトカワの試料から探る宇宙における固体の進化と変遷  
(Understanding evolution of solids in space environments by studying  
regolith samples from the asteroid Ryugu and Itokawa.)

### 2021 年度の研究計画と活動

白眉プロジェクトにおいては、岩石質小惑星イトカワから持ち帰った砂や炭素質小惑星リュウグウの砂を実験室で分析することで、小惑星表面における物質の多様な進化を理解することを目的としている。特に宇宙風化と呼ばれる、太陽風や微小隕石衝突が引き起こす固体物質の変化に着目している。本年度 6 月に小惑星リュウグウのサンプルを宇宙科学研究所から京都大学に持ち帰った。白眉プロジェクトが 10 月にスタートして以降、主にリュウグウ試料の京都大学における初期分析に参加し(サブチームリーダー：地球惑星科学専攻 野口高明教授)、世界で初めてとなる炭素質小惑星の宇宙風化組織の同定を試みた。分析手法として走査型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡を用いることで、粒子表面の微細な模様や化学組成・鉱物種を調べ、太陽風や微小隕石衝突で変成した組織の探索を行なった。また、リュウグウの初期分析チームは多くの海外研究機関が参加しているため、京都大学にてリュウグウ粒子のハンドリングや初期的な試料の記載を行なったのち、海外研究機関へ試料の発送を行なった。リュウグウ試料の主成分は、層状ケイ酸塩と呼ばれる含水鉱物である。それらの宇宙風化はこれまで誰も見たことがなかったため、宇宙風化の同定は困難であったが、表面模様の変化や結晶構造の変化などの証拠を積み重ねることで、リュウグウ試料に宇宙風化の痕跡が残されていることを示すデータを得ることができた。一方で、同じく水質変成の産物である硫化鉄や磁鉄鉱、炭酸の表面においても宇宙風化の組織を記載した。これにより、リュウグウ表面の宇宙環境で変化した鉱物の特徴をおおまかにとらえることができた。こうした初期的な研究成果について、秋・春に開催された国際学会(日本、アメリカ)にて発表を行なった。初期の分析成果について論文執筆を行なっており、22 年度に査読論文として公表することを予定している。

### 2021 年度の競争的研究資金

科研費 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)) (令和元年度-令和 4 年度)「ナノビームを用いた小惑星リュウグウ試料の研究：C 型小惑星の宇宙風化の解明に向けて」  
研究分担者、17,420 千円

### 科研費 若手研究 (令和 3 年度-令和 5 年度)

「宇宙風化模擬実験から探る、太陽系小天体表面の有機物の化学進化」  
研究代表者、4,680 千円

### 科研費 学術変革領域研究 A 公募研究 (令和 3 年度-令和 4 年度)

「小惑星リュウグウの表面で独自に進行した有機物進化の解明」  
研究代表者、4,000 千円

### 2021 年度の研究成果

“Space weathering of iron sulfides on airless bodies.”  
Hayabusa symposium 2021 (8<sup>th</sup> ISAS Symposium of the Solar System Materials)  
2021. 11.16-17. オンライン開催。

「小惑星イトカワや月面で成長するひげ状金属結晶」  
2021 年応用物理学学会秋季学術講演会、晶癖の工学：宇宙が織りなす結晶成長、2021. 9.10-13.  
オンライン開催。

### 2021 年度の教育への貢献

理学研究科地球惑星科学専攻 4 回生の指導に貢献した(指導教員からの依頼による卒業研究テーマ選定、分析・解析手法、卒業論文の指導など)。

### 2021 年度の学界等への貢献

日本地球惑星科学連合大会セッションコンビーナーとして、2022 年度大会の準備を進めた。

## 白眉研究課題：インフルエンザ/RSV等の感染症による疾病負荷推定

## 2021年度の研究計画と活動

感染症リスク推定が専門であることから、新型コロナウイルス感染症の世界的流行を受け、主たる研究対象を新型コロナウイルス感染症としたため、研究計画を一部中断し、以下を実施している。

## A) 研究プロジェクト：リアルタイムスタディ

公衆衛生上のインパクトが高い新興・再興感染症等について、流行途中に数理・統計モデル等を駆使しバイアスを補正してデータ分析を行い、感染対策の重要指標である死亡リスクと感染伝播力等のリスク推定を実施している。

## B) 研究プロジェクト：超過死亡数推定

毎年流行し、日本全体で2-4千万が罹患するといわれるインフルエンザ等について、超過死亡数推定に取り組んでいる。また、COVID-19の超過死亡推定研究についても進行中である。

## C) 研究プロジェクト：新型コロナウイルス感染症に対する血中抗体価測定と反復横断調査を通じた血清疫学調査による沖縄県における既感染者数の推定研究

沖縄県が実施する6000人規模の新型コロナウイルス感染症の抗体価推定及び既感染者推定研究を実施している。2021年度にこれらを取りまとめ、現在投稿中である。[5]

## D) 研究プロジェクト：種々の迅速診断検査を含めた公衆衛生的介入が新型コロナウイルス感染症流行動態に与える影響の検証

沖縄県における新型コロナウイルス感染症に関しての大規模PCR検査などの検査結果を分析・解析し、順次報告している[4]。

## 2021年度の競争的研究資金

|                                                  |            |      |           |              |
|--------------------------------------------------|------------|------|-----------|--------------|
| 科学技術振興機構                                         | SICORP     | 研究代表 | 2021-2022 | 4,550,000 円  |
| ● 種々の迅速診断検査を含めた公衆衛生的介入が新型コロナウイルス感染症流行動態に与える影響の検証 |            |      |           |              |
| 日本学術振興会                                          | 基盤 B       | 研究代表 | 2020-2023 | 13,500,000 円 |
| ● 移動情報を利用したインフルエンザ等の流行因子の解明－数理・統計・疫学モデル          |            |      |           |              |
| 日本学術振興会                                          | 国際共同研究強化 A | 研究代表 | 2021-2023 | 10,800,000 円 |
| ● 移動情報を利用した新型コロナウイルス感染症の流行因子の解明                  |            |      |           |              |
| 文部科学省科学省                                         | 卓越研究員事業    | 研究代表 | 2018-2022 | 24,000,000 円 |
| ● インフルエンザ/RS ウイルス感染症を中心とした感染症の疾病負荷等の推定           |            |      |           |              |

## 2021年度の研究成果

※新型コロナウイルス感染症流行の影響を受けて、関連分野の査読システムが機能不全となっている。このため、プリントサーバーに収載しているものも添えている。

## 【受理済】

1. Dahal S, Banda JM, Bento AI, Mizumoto K, Chowell G: Characterizing all-cause excess mortality patterns during COVID-19 pandemic in Mexico. BMC Infect Dis. 2021;21:432.
2. Chowell G, Dahal S, Bono R, Mizumoto K: Harnessing testing strategies and public health measures to avert COVID-19 outbreaks during ocean cruise. Sci Rep. 2021;11(1):15482.
3. Akhmetzhanov AR, Mizumoto K, Jung SM, Linton NM, Omori R, Nishiura H: Estimation of the Actual Incidence of Coronavirus Disease (COVID-19) in Emergent Hotspots: The Example of Hokkaido, Japan during February-March 2020. J Clin Med. 2021;10(11),2392.

## 【査読前論文】

4. Takayama Y, **Mizumoto K\***, Omori R, Yamamoto T. Implementation of SARS-CoV2 Monitoring and Screening test using RT-PCR in Okinawa prefecture, Japan, 2021. Jxiv (**preprint**). (doi: <https://doi.org/10.51094/jxiv.5>)
5. **Mizumoto K\***, Shimakawa Y, et al. SARS-CoV-2 IgG seroprevalence in the Okinawa Main Island and remote islands in Okinawa, Japan, 2020-2021. medRxiv (**preprint**). 2022.03.02.22271759 (doi: <https://doi.org/10.1101/2022.03.02.22271759>)

## 2021 年度の教育への貢献

所属先において、以下の授業を担当している。

| 科目名       |          |      | 言語  | 対象 | 時間数        |
|-----------|----------|------|-----|----|------------|
| 地球生存リスク特論 | 2021 年後期 | 京都大学 | 英語  | 院生 | 90 分 42 コマ |
| 総合生存学概論   | 2021 年前期 | 京都大学 | 英語  | 院生 | 90 分×1 コマ  |
| 有人宇宙医学    | 2021 年後期 | 京都大学 | 日本語 | 院生 | 90 分×1 コマ  |

## 2021 年度の社会的貢献

地方自治体の新型コロナウイルス感染症対応を専門家としてサポートしている

沖縄県

2021.4-2022.3

- ・ 沖縄県新型コロナウイルス感染症対策疫学・統計解析委員会 構成員

水本 岬希 (みずもと みさき)

●第 10 期 特定助教

白眉研究課題：活動銀河核アウトフローのエネルギー輸送、およびそれが銀河進化に与える影響

## 2021 年度の研究計画と活動

活動銀河核アウトフローとは、活動的な超巨大ブラックホール近傍領域から放出されるガス流のことである。高速度かつ大量のガス流がブラックホールから周辺環境（銀河など）に移動することで、ブラックホールの成長過程や銀河進化過程に大きな影響を与えられと考えられる。アウトフローのうち、ブラックホールにごく近い領域は X 線で、少し離れた領域は電波や赤外線で見られる。

本年度の研究活動としては主に以下の 2 点を報告する。

- (1) 狭輝線領域と呼ばれるブラックホールからおおよそ 1 キロパーセク ( $3 \times 10^{19}$  km) 程度離れたところで、活動銀河核アウトフローが銀河内のガスにぶつかり衝撃波を起こし、そこでエネルギー輸送が行われていることを発見した。活動銀河核アウトフローが銀河にエネルギーを受け渡す現場を捉えた観測報告はこれまで限られていた。我々は、赤外線で見られる鉄とリンの輝線強度をもちいて、いくつかの天体での狭輝線領域に衝撃波が生じていることを発見した。また、衝撃波の有無とアウトフローの有無との間に相関があることを見つけた。このことから、アウトフローが狭輝線領域で衝撃波を作り、その衝撃波が周りのガスを掃き集めることでエネルギー伝達が起こっているという描像を提案した。本研究成果に基づいた論文を学術誌に投稿した（本報告書執筆時は査読中）。
- (2) X 線で活動銀河核アウトフローを精密に調べることが主目的の 1 つである XRISM 衛星のマイクロカロリメータ検出器 Resolve の地上試験のデータ解析および解析パイプラインの整備を行った。

他に、来年度以降につながる研究活動として、大質量星 P Cygni からのガス流出を調査するための赤外線分光観測の提案を Gemini 望遠鏡に対して、また中間質量ブラックホール候補天体である UltraLuminous X-ray sources の電波観測の提案を ALMA 望遠鏡に対して行い、どちらも受理された。これらは白眉研究課題である活動銀河核アウトフローの研究から発展したものである。

## 2021 年度の競争的研究資金

科研費（若手研究）、活動銀河核における狭輝線領域の発現機構の解明、水本岬希、2021 年度-2025 年度、4,680 千円

## 2021 年度の研究成果

Kei Fukue, Noriyuki Matsunaga, ..., Misaki Mizumoto et al.

“Absorption Lines in the 0.91–1.33  $\mu$ m Spectra of Red Giants for Measuring Abundances of Mg, Si, Ca, Ti, Cr, and Ni”

The Astrophysical Journal, 2021, 913, 62 (15pp)

Ikeda, Yuji; Kondo, Sohei; ...; Mizumoto, Misaki et al.

“Highly sensitive, non-cryogenic NIR high-resolution spectrograph, WINERED”

Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 2021, accepted

Shoji Ogawa, Yoshihiro Ueda, Keiichi Wada, Misaki Mizumoto

“Warm Absorbers in the Radiation-driven Fountain Model of Low-mass Active Galactic Nuclei”

The Astrophysical Journal, 2021, accepted

## 2021 年度の教育への貢献

## 2021 年度の学界等への貢献

## 2021 年度の社会的貢献

ILAS セミナー「最新観測データの解析から学ぶ宇宙物理学」を開講

2021年6月12日 京都大学白眉センター主催 オンラインサイエンスカフェ「遠くの宇宙、近くの研究者」に登壇

2021年8月6日 京都大学花山天文台主催 金曜天文講話「Blowing in the Wind: ブラックホールの風に吹かれて」にて講演

宮崎 牧人（みやざき まきと）

●第8期 特定准教授

## 白眉研究課題：細胞骨格が司る細胞機能発現機構の構成的理解

## 2021 年度の研究計画と活動

動物細胞は、極性フィラメントと分子モーターを主成分とした「細胞骨格」と呼ばれるネットワーク構造を持ち、その構造を自在に組み替えることで細胞運動や細胞分裂などの生命活動に必要な動的機能を実現している。細胞骨格を構成するタンパク質や、それらの活性を制御しているシグナルカスケードの全容は解明されつつあるが、その一方で、細胞骨格がどのような仕組みで形成され、細胞機能を制御しているのか、その理解はほとんど進んでいない。そこで我々は、精製タンパク質や細胞質抽出液を封入したカプセルを細胞の最小構成要素モデルとして用い、人工細胞で細胞機能が再現される物理的及び生化学的条件を探ることで、生命に本質的な機能の発現における共通原理と制御機構の解明を目指して研究を進めている。今年度の主な成果は以下の通り。

1) 昨年度に引き続き、細胞の運動メカニズムについて物理的な知見から研究を進め、アクチン・ミオシンの力で動く人工細胞の開発に成功した。この研究によって、アクチン・ミオシンの収縮力が細胞の並進運動に変換される仕組みの一端を解明した（投稿中1編、投稿準備中1編、招待講演2件）。2) アクチン・ミオシンを封入した人工細胞を用いて、プレブ様の膜変形を再構成することに成功し、細胞骨格動態と膜変形の関係を定量化することに成功した（投稿準備中1編）。3) アクチン重合を直接操作できる光遺伝学ツールの開発を行い、光で培養細胞の仮足形成を誘導することに成功した（未発表）。4) 赤外レーザーを用いた素早く精密な温度操作技術を顕微鏡に組み込み、アクチン結合タンパク質のひとつであるドレブリンによるミオシンの制御機構を調べたところ、体温付近でのみ力の制御が鋭敏になることを発見した（*Nano Lett.* 2021）。

## 2021 年度の競争的研究資金

1) JST さきがけ「細胞の動的高次構造体」「アクチン細胞骨格動態の構成的理解と制御」（研究

- 代表者)、2020-2023 年度、40,000 千円
- 2) 京都大学「地の越境」融合チーム研究プログラム SPIRITS (国際型)「細胞形態転移メカニクスの包括的理解に向けた国際連携基盤の構築」(研究代表者)、2020-2021 年度、6,685 千円
  - 3) 科研費 国際共同研究強化 (A)「1 分子・超分子集合体・生細胞の 3 階層を貫くモデル実験系を用いた細胞分裂機構の解明」(研究代表者)、2019-2022 年度、11,900 千円
  - 4) 科研費 挑戦的研究 (萌芽)「アクチン細胞骨格を直接操作できるオプトジェネティクスツールの開発」(研究代表者)、2021-2022 年度、5,000 千円
  - 5) 科研費 基盤研究 (B)「アクティブマターのキラルな秩序渦と乱流状態の幾何的普遍性の研究」(研究分担者)、2020-2022 年度、1,000 千円

## 2021 年度の研究成果

### Original Articles

- 1) Makito Miyazaki, Yosuke Yamazaki, and \*Yamato Hasegawa, “Analysis of Brownian motion by elementary school students”, *Physics Teacher*, in press.
- 2) Hiroaki Kubota, Hiroyuki Ogawa, Makito Miyazaki (co-first), Shuya Ishii, Kotaro Oyama, Yuki Kawamura, \*Shin’ichi Ishiwata, and \*Madoka Suzuki, “Microscopic temperature control reveals cooperative regulation of actin-myosin interaction by drebrin E”, *Nano Letters* **21**, 9526-9533 (2021).
- 3) 坂本遼太, 前多裕介, 宮崎牧人, 「細胞核はどこにあるか: アクティブ・ゲルと配置対称性の制御原理」, *日本物理学会誌* **76**(9), pp. 595-600, 日本物理学会 (2021).

### Invited Talks

- 1) ○宮崎牧人, 「人工細胞のサイズ依存性から紐解く細胞内対称性の制御メカニズム」, *日本分子生物学会* ワークショップ「細胞スケールでの空間サイズの制御とその意味の理解」, 2021.12.1, 横浜.
- 2) ○宮崎牧人, 「人工細胞から探る細胞極性の自己組織化原理」, *日本発生生物学会* ワークショップ「細胞極性研究の新展開」, 2021.4.26, オンライン開催.

## 2021 年度の教育への貢献

### 2021 年度の学界等への貢献

### 2021 年度の社会的貢献

#### 学会活動:

日本生物物理学会学会誌「生物物理」編集委員

日本生物物理学会分野別専門委員 (担当分野: 生命現象の基本原則)

#### 社会的貢献:

- 1) 小学生向けサイエンスワークショップの開催「細胞の中ってどんな世界? ~ゆらゆら動くミクロの世界を顕微鏡でのぞいてみよう~」(主催: 東工大ものづくり人材の裾野拡大支援プロジェクト, 共催: 新学術領域研究「発動分子科学」), 2021.12.5, オンライン開催
- 2) 中高生向けサイエンスワークショップの開催「細胞の中はどんな世界? ~デジタル&アナログで研究体験~」(主催: Manai Institute of Science and Technology), 2021.4.18, オンライン開催. ([https://manai.me/seminar\\_ja/2809/](https://manai.me/seminar_ja/2809/))

森井 悠太 (もりい ゆうた)

●第 10 期 特定助教

## 白眉研究課題: 捕食が駆動する適応放散メカニズムの解明

### 2021 年度の研究計画と活動

被食者の多様化に対する捕食者の役割は統合的に理解されておらず, とりわけ野生生物を用いた実証研究が不足している。東北アジア (北海道, 及びロシア極東域) の陸産貝類 (カタツムリ) 種群と貝食性オサムシ類を対象に, 「捕食者が駆動する被食者の多様化」仮説を検証するのが筆者の研究課題である。課題の解決を妨げている理由のひとつに, 捕食者 (「捕食者-被食者間相互作用/食う食われるの関係」) によってもたらされる進化の結末が, 「資源をめぐる競争 (資

源競争)」によってもたらされる結末に酷似してしまうという点が挙げられる。例えば、種／表現型分化の引き金を捕食者が引いたとしても、通常はそれと同時に棲息環境や利用資源も分化してしまうため、進化の結末を覗きただけでは捕食者と資源競争のどちらが直接の原因となったのかを判断できないことが多い。結果として現代の進化生物学では、資源競争こそが種／表現型分化をもたらす重要な生物間相互作用であるとされており、同様の結末を導くはずの捕食者については不当に軽視されていると筆者は考えている。

2021 年度は、北海道に生息する姉妹種、ヒメマイマイとエゾマイマイを対象に、資源競争などの負の種間相互作用の有無を検証した。捕食者であるオサムシ類の攻撃に対して、ヒメマイマイは殻に引っ込んで隠れ（籠城型防御）、エゾマイマイは殻を振り回して応戦する（迎撃型防御）ことが筆者による過去の研究から明らかにされており捕食者が被食者の分化を促した実例であると示唆されている。同所的に両種が出現することから二種間には資源競争などの負の相互作用がないと推察されているが、地上性や草本性などより微細な生息環境に着目すれば、微環境を種間で使い分けている可能性も捨てきれない。すなわち、「捕食者が駆動する被食者の多様化」仮説を正しく証明するために、競争関係にある両種が生息環境をシフトさせたことこそがヒメマイマイとエゾマイマイの分化を促した直接の原因であるという代替仮説を検証する必要がある。通年に渡る定量的な野外調査と、ベイズ統計手法を活用した種間比較、C/N 同位体比の解析による餌資源の推定により、結果として両種は微環境レベルで同所的に生息しており、同様の餌資源を利用していることが明らかになり、資源競争など負の種間相互作用が働いていないことを示すことができた。上記の成果について現在、論文を投稿中である。

## 2021 年度の研究成果

1. Journal article: Saito T, Hirano T, Bin Y, Prozorova L, Shovon MS, Do VT, Kimura K, Surenhorloo P, Kameda Y, Morii Y, Fukuda H & Chiba S, 2021. A comprehensive phylogeography of the widespread pond snail genus *Radix* revealed restricted colonisation due to niche conservatism. *Ecology and Evolution*, 11:18446-18459.
2. 専門誌への掲載（日本語）：森井悠太，2021，奨励賞受賞総説：進化学／生態学のモデル系としての陸産貝類．ちりばたん，51：47-58.
3. 専門誌への掲載（日本語）：大野ゆかり・森井悠太，2021．市民科学のデザイン：市民参加型調査の多様性と経営論．日本生態学会誌，71：65-70.
4. 専門誌への掲載（日本語）：森井悠太，2021．巨大外来ナメクジ vs. 市井の超人たち．日本生態学会誌，71：79-84.
5. Conference (poster presentation): Morii Y & Le Ferrand H. Structure-behaviour correlations between two genetically closely related snail species. The 69th Annual Meeting of ESJ, Fukuoka, Japan (Online). 15-03-2022.
6. 招待講演（日本語）：森井悠太．カタツムリをめぐる冒険．いきもにあ 2021（オンライン講演）．2021 年 12 月 11 日．
7. 招待講演（日本語）：進化生物学者が見つけた「すごく速い進化」とは？～遅くて弱い生物の生存戦略と，生物・遺伝的多様性のこと～．LIFE University（オンライン講演）．2022 年 01 月 25 日．

## 2021 年度の学界等への貢献

1. 日本生態学会第 69 回大会（オンライン大会）における委員会役員として大会の運営に助力した．

## 白眉研究課題：Toward a Trans-Pacific Carbon Market: Politically Feasible and Sustainable (ToPCaPS)

### 2021 年度の研究計画と活動

The third full AY of my appointment at the Hakubi Center/GSGES saw major advancements on Research Step 2 and 3 i.e. “Identify prerequisites for sustainable linking and check existing and upcoming domestic carbon markets for necessary adjustments” and “Analyze political chances and obstacles in the respective jurisdictions and identify strategies to utilize the former and overcome the latter”, published in several journal articles and the monograph “Carbon Markets Around the Globe - Sustainability and Political Feasibility”.

Due to the continuing COVID-19 crisis and respective travel restrictions, planned research trips to e.g. Canada, Australia and New Zealand with the aim of empirically analyzing the political economy of carbon market linking could not be undertaken. Instead, particularly in preparation for and during participation at the COP26 global climate conference in Glasgow, interviews were conducted as far as possible and contacts for ex post online interviews were established with a variety of stakeholder from e.g. Mexico, Chile, and Canada. In addition, available empirical data and the theoretical frameworks developed in the monograph were used to finish and publish several peer-reviewed journal articles on carbon pricing in Iran, on the sustainability of the new German national Emissions Trading Scheme, and on post-COVID carbon pricing and revenue spending for economic recovery.

Assuming that travel restrictions will be lifted gradually, AY2022 will see the postponed on-site case study research in Canada (KAKENHI Project) and Latin America (Mexico, Chile), with invitations for research stays at MIT, Cambridge, USA, and the University of Ottawa, CAN, already being granted.

### 2021 年度の競争的研究資金

Japan Society for Promotion of Science Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI), Category C, “Designing Vertically Coordinated Multilevel Governed Carbon Pricing - The Case of Canada” (CoCaP CAN), co-researcher (project leader Assoc. Prof. Takeshi Kawakatsu, PhD, Kyoto Prefectural University), 2019-2022, Budget: 3,300,000 Yen

### 2021 年度の研究成果

#### Books

Rudolph, Sven/Aydos, Elena (2021): Carbon Markets Around the Globe - Sustainability and Political Feasibility. Cheltenham, UK/Northampton, US: Edward Elgar

#### Peer-reviewed articles

Dellatte, Joseph/Rudolph, Sven (2021): Understanding barriers to linking heterogeneous ETS - Evidence from and lessons for Northeast Asia. In Environmental Policy (forthcoming)

Dellatte Joseph/Rudolph, Sven (2021): Linking ETS in Northeast Asia - Process, Alignments, and Future Management. In: Weishaar, Stefan et al. (ed.): Climate and Energy Policies in the EU, Korea and China - Transition, Policy Cooperation, and Linking. Cheltenham, UK/Northampton, US: Edward Elgar (forthcoming)

Ghafouri, Bahareh/Rudolph, Sven (2021): Climate Policy in Iran and the Case for Carbon Pricing. In: Carbon & Climate Law Review 15(3), 221-232

Rudolph, Sven/Lerch, Achim (2021): Transport Sector Emissions Trading in Europe - Do It, But Do It Right! In: Carbon & Climate Law Review 15(3), 253-256

Dellatte, Joseph/Rudolph, Sven (2021): Enforcing Sustainable Auction-based ETS in a Post-COVID-19 World - Evidence and Lessons from Northeast Asia. In: Ashiabor, Hope/Milne, Janet/Andersen, Mikael Skou (eds.): Environmental Taxation in an Age of COVID-19 - Critical Issues in Environmental Taxation Volume XXIII. Cheltenham,

UK/Northampton, US: Edward Elgar. 242-254  
 Rudolph, Sven/Ikkatai, Seiji (2021): ドイツ国内排出量取引制度—これは国内交通部門と熱部門の持続可能な政策となるか. In: 環境情報科学 50(2), 117-120  
 Lerch, Achim/Rudolph, Sven/Ikkatai, Seiji/Kawakatsu, Takeshi/Aydos, Elena (2021): Nachhaltiger Emissionshandel im Verkehrssektor - Eine kritische Bewertung des deutschen Brennstoff-Emissionshandels. In: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht 44(1), 1-13

#### **Other journal articles**

Lerch, Achim/Rudolph, Sven (2021): Emissionshandel im Verkehrs- und Haushaltssektor? Ja, aber richtig! In: Ökologisches Wirtschaften 3, 12-13

#### **Discussion Papers**

Rudolph, Sven/Kawakatsu, Takeshi/Lerch, Achim/Aydos, Elena/Ikkatai, Seiji (2021): Including Transport Fuels in Emissions Trading Schemes - Lessons from California for Germany's New Fuels ETS. Discussion Paper No. 31, Research Project on Renewable Energy Economics, Graduate School of Economics, Kyoto University.  
 Dellatte, Joseph/Rudolph, Sven (2021): Understanding barriers to linking heterogeneous ETS - Evidence from and lessons for Northeast Asia. Discussion Paper No. 30, Research Project on Renewable Energy Economics, Graduate School of Economics, Kyoto University.

#### **Peer-reviewed presentations**

(with Joseph Dellatte) Understanding barriers to linking heterogeneous Emissions Trading Schemes - Evidence from Northeast-Asia. European Consortium for Political Research (ECPR) - Environmental Politics Online Seminar Series (EPOSS). October 14  
 (with Joseph Dellatte) Carbon Markets in Developing Countries - The Case of Mexico and Prospects for North American Linking. 22nd Global Conference on Environmental Taxation (GCET) - Implementing Green Deals, University of Groningen, Netherlands (online). September 24  
 Multi-level Governed Carbon Pricing in CAN - A Sustainability Evaluation of Provincial Programs. 22nd Global Conference on Environmental Taxation (GCET) - Implementing Green Deals, University of Groningen, Netherlands (online). September 24  
 (with Ting Wang) Gender in climate change - women and gender-sensitive adaptation policy-making in China. International Joint Conference of the international degrowth research networks, the International Society for Ecological Economics (ISEE) and the European Society for Ecological Economics (ESEE) - Building Alternative Livelihoods in times of ecological and political crisis, University of Manchester, UK (online). July 8  
 Reforming Unsustainable Carbon Markets -A Road to More Justice in Climate Policy. 18th Annual Colloquium of the IUCN Academy of Environmental Law - The Future of Environmental Law: Ambition and Reality, University of Groningen, Netherlands (online). June 29  
 (with Joseph Dellatte) Enforcing Sustainable Auction-based Emissions Trading Schemes (ETS) in a Post-COVID-19 World - Lessons from Northeast Asia. 13th Biennial Conference of the Canadian Society for Ecological Economics (CANSEE) - Pathways for Inclusive & Sustainable Recoveries, University of Victoria, Canada (online). May 27.  
 (with Ting Wang) Gender sensitivity of climate policies in China. Conference Living on the Edge 2021 - Stories that connect us, Doshisha Women's College of Liberal Arts, Kyoto, Japan (online). April 24  
 Linking emission trading schemes in the Pacific region - The sustainability challenge. Conference on Climate Change, Energy, and Sustainability in the Pacific Region - Knowledge, Policies, and Transfers (1970s - Present), Deutsches Institut für Japanstudien, Tokyo, Japan, Deutsches Historisches Institut Moskau, Russia, and Deutsch-es Historisches Institut Washington DC, USA (online). April 22

#### **Invited lectures**

"Fit for 55" - A sustainable approach to European climate policy? Renewable Energy Economics Seminar, Kyoto University, Japan (online). December 20

A Cool(ing) Fairy Tale? Or: How Germany Prices Carbon to Limit Global Warming. Introduction to Sustainable Development Seminar, Kyoto University, Japan. December 9

“Fit for 55” - A sustainable approach to European climate policy? Hakubi Center, Kyoto University, Japan (online). December 7

COP26 - A report from inside the global climate talks. Hakubi Center, Kyoto University, Japan (online). December 7

ヨーロッパの 持続可能な開発: SDGs の達成に向けて. School of Global and Regional Studies, Doshisha University, Kyoto, Japan (online). August 31

GHG cap-and-trade - A sustainable solution for the climate challenge? Japanese German Inter-ministerial Exchange on Climate Research Policy and Cooperation - Carbon Pricing - Deutsches Institut für Japanstudien, Tokyo, Japan (online). September 22

A Cool Fairy Tale? Recent Developments in German Energy and Climate Policy. Environmental Economics Seminar, Musashino University, Tokyo, Japan. January 18

### 2021 年度の教育への貢献

Sustainable Climate Economics and Policy, Graduate Course, Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan

### 2021 年度の学界等への貢献

Reviewer for Ecological Economics, Energy Policy, Climate Policy, Carbon and Climate Law Review, Critical Issues in Environmental Taxation, Kyoto Economic Review

Member of the European/International Society for Ecological Economics (ESEE/ISEE), Verein für Socialpolitik (VfS), German-Japanese Society for Social Sciences (GJSSS), Netzwerk Nachhaltige Ökonomie, Deutsche Gesellschaft der JSPS-Stipendiaten e.V. (JSPS Club), Steering Committee of the Global Conference of Environmental Taxation

### 2021 年度の社会的貢献

Political advisor to environmental ministries and environmental non-governmental organizations in Germany, Australia, and Japan

Member, Scientific Advisory Council on Economic and Fiscal Policy, Friends of the Earth Germany (BUND)

Chairman, Kosei Kendo Club, Japan

渡邊 翼 (わたなべ つばさ)

★第 11 期 特定准教授

## 白眉研究課題：ホウ素中性子捕捉反応の探求と新たな応用展開

### 2021 年度の研究計画と活動

物理現象である中性子捕捉反応を生物学的なツールとして用いることをコンセプトとした、中性子捕捉ナイフシステム確立に関連した技術基盤の構築と、そのコンセプト検証を研究計画の核とする。基盤技術である任意抗体のホウ素化に関する技術的検討を引き続き行うとともに、ホウ素化抗体投与下での中性子照射後反応を *in vitro* および *in vivo* にて評価した。昨年度までの成果である抗体ホウ素化モジュールを用いて抗体をホウ素化し、*in vitro* 中性子を照射してホウ素中性子捕捉反応を起こし細胞反応を観察した。炎症モデルマウスに作成した Th17 細胞を標的としたホウ素化抗体 (aIL23R Ab) を投与し、炎症部位に中性子線を照射して治療効果を評価した。より効率良くホウ素中性子捕捉反応を起こすため、これまでの 2 倍のホウ素原子を結合させることができるように抗体のホウ素化モジュールを改良した。今後、改良したホウ素化モジュールを用いてホウ素化抗体投与後の標的とした細胞の中性子照射後の細胞反応を評価し、コンセプト検証をさらに進めていく。

2021 年度は、共著者として 2 報の論文を出版した。また、1 件の招待講演 (日本臨床腫瘍学会) 及び 1 件の教育講演 (日本医学物理学会) を行った。競争的研究資金は 2021 年度に、継続課題として文部科学省卓越研究員事業研究、関西原子力懇談会学術振興奨学金研究を遂行するとともに、新規課題として文科省科学研究費 (科研費) 若手研究、武田科学振興財団 2021 年度医学系研究助成 (基礎)、第 33 回 SGH がん研究助成、関西原子力懇談会 原子力関係科学技術の基礎的研

究の動向調査委員会 最優秀賞 研究支援奨学金の計4件に新たに採択された。

### 2021年度の競争的研究資金

1. 2020 - 2021 年 文部科学省科学技術人材育成補助金 卓越研究員事業 6,000 千円/年
2. 2020 - 2022 年 関西原子力懇談会 学術振興奨学金 500 千円/年
3. 2021 - 2022 年 文部科学省科学研究費助成事業 若手研究 代表者 1,600 千円/年
4. 2021 - 2022 年 武田科学振興財団 2021 年度医学系研究助成（基礎）2,000 千円/年
5. 2021 - 2022 年 第33回 SGH がん研究助成 1,000 千円/年
6. 2021 年 関西原子力懇談会 原子力関係科学技術の基礎的研究の動向調査委員会 最優秀賞 研究支援奨学金 300 千円/年

### 2021年度の研究成果

（学術論文）

1. Satoshi Takeno, Hiroki Tanaka, Tsubasa Watanabe, Takashi Mizowaki, Minoru Suzuki. Quantitative autoradiography in boron neutron capture therapy considering the particle ranges in the samples. Phys Med. 2021;82:306-320. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.02.012. Online ahead of print. PMID: 33721790
2. Yu Sanada, Takushi Takata, Hiroki Tanaka, Yoshinori Sakurai, Tsubasa Watanabe, Minoru Suzuki, Shin-Ichiro Masunaga. HIF-1 $\alpha$  affects sensitivity of murine squamous cell carcinoma to boron neutron capture therapy with BPA. Int J Radiat Biol. 2021 Jul 15:1-24. doi: 10.1080/09553002.2021.1956004. Online ahead of print. PMID: 34264166

（招待講演）

2022 年 2 月 19 日 第 19 回日本臨床腫瘍学会  
Educational Symposium 「がん免疫治療における放射線照射の副次的効果」

### 2021年度の受賞・表彰等

関西原子力懇談会 原子力関係科学技術の基礎的研究の動向調査委員会 最優秀賞

### 2021年度の教育への貢献

（教育講演）

2021 年 3 月 21 日 日本医学物理学会教育セミナー2021  
「いまさら聞けない化学放射線療法および免疫療法との併用について」

### 2021年度の学界等への貢献

- ・日本中性子捕捉療法学会 人材育成委員会 委員
- ・日本中性子捕捉療法学会 広報委員会(NCT Letter 委員会) 委員
- ・日本中性子捕捉療法学会 薬剤評価標準化対応委員会 委員
- ・生体量子捕獲反応研究会 運営事務局

## V. 参考資料

### 【資料1】京都大学白眉センター規程

京都大学白眉センター規程

平成27年12月8日  
総長裁定

(目的)

第1条 京都大学（以下「本学」という。）に、創造性豊かで、広い視野と柔軟な発想を持った次世代をリードする研究者を育成するため、各研究科等における育成に加え、又はこれを促進することを目的とする事業（次世代研究者育成支援事業（白眉プロジェクト）以下「白眉プロジェクト」という。）を実施するため、白眉センター（以下「センター」という。）を置く。

(センター長)

第2条 センターにセンター長を置く。

- 2 センター長は、本学の教職員のうちから、総長が指名する。
- 3 センター長の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、補欠のセンター長の任期は、前任者の残任期間とする。
- 4 センター長は、センターの所務を掌理する。

(センターの構成)

第3条 センターに白眉プロジェクトにより雇用する教員を置き、必要に応じてその他の教職員を置くことができる。

(運営委員会)

第4条 センターに、その重要事項を審議するため、運営委員会を置く。

第5条 運営委員会は、次の各号に掲げる委員で組織する。

- (1) センター長
  - (2) 総長が指名する理事
  - (3) 本学の専任教員 若干名
  - (4) その他センター長が必要と認める者 若干名
- 2 前項第3号及び第4号の委員は、総長が委嘱する。
- 3 第1項第3号及び第4号の委員の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、補欠の委員の任期は、前任者の残任期間とする。

第6条 運営委員会に委員長を置き、センター長をもって充てる。

- 2 委員長は、運営委員会を招集し、議長となる。
- 3 委員長に事故があるときは、あらかじめ委員長が指名する委員がその職務を代行する。

第7条 運営委員会は、委員の半数以上が出席しなければ、開会することができない。

- 2 運営委員会の議事は、出席委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長が決する。

第8条 第4条から前条までに定めるもののほか、運営委員会に関し必要な事項は、運営委員会の委員長が定める。

(伯楽会議)

第9条 センターに、白眉プロジェクトに採用する者の選考を行わせるため、伯楽会議を置く。

第10条 伯楽会議は、次の各号に掲げる委員で組織する。

- (1) センター長
  - (2) 総長が指名する理事
  - (3) 学外の有識者 若干名
  - (4) 本学の専任教員 若干名
  - (5) その他センター長が必要と認める者 若干名
- 2 前項第3号から第5号までの委員は、総長が委嘱する。
- 3 第1項第3号から第5号までの委員の任期は、2年の範囲内で総長が定める。

第11条 伯楽会議に議長を置き、総長が指名する理事をもって充てる。

(事務)

第12条 白眉プロジェクトに関する事務は、研究推進部研究推進課において処理する。

第13条 センターの事務組織については、京都大学事務組織規程（平成16年達示第60号）の定めるところによる。

(その他)

第14条 白眉プロジェクトの実施に関し必要な事項は、総長が指名する理事が定める。

第15条 この規程に定めるもののほか、センターの組織及び運営に関し必要な事項は、センター長が定める。

附 則

- 1 この規程は、平成28年1月1日から施行する。
- 2 この規程の施行後最初に任命するセンター長の任期は、第2条第3項の規定にかかわらず、平成28年3月31日までとする。
- 3 この規程の施行後最初に委嘱する運営委員会委員の任期は、第5条第3項の規定にかかわらず、平成28年9月30日までとする。
- 4 京都大学次世代研究者育成支援事業の実施に関する規程（平成21年9月8日総長裁定）は、廃止する。

## 【資料2】白眉研究者活動報告書様式（和英併記）

### 2021 年度活動報告書

Annual Report of Researcher' s Activities for AY2021

(AY2021: April 2021 – March 2022)

以下の項目について該当事項がある場合は、和文、もしくは英文にて報告してください。  
Please report your research activities in AY2021 in either Japanese or English.

・氏名 Name

・白眉研究課題 Research title for the Hakubi project

①2021 年度の研究計画と活動 Research plan & research activities in AY2021

Please briefly describe your research plan and research activities in AY2021 approximately with 800 letters in Japanese or with 300 words in English.

②2021 年度の競争的研究資金 Research grants in AY2021

Please list your grants obtained within AY2021. For each grant listed, please indicate “category of grant,” “project title,” “project leader/co-researcher,” “term of project (from AY to AY),” “amount of the grant budget.”

③2021 年度の研究成果 Research achievements in AY2021

Please list journal articles, books, proceeding, invited lectures in AY2021.

④2021 年度の受賞・表彰等 Award/Prize winning in AY2021

⑤2021 年度の特許等の出願・取得 Application/Acquisition of patent in AY2021

⑥2021 年度の教育への貢献 Contribution to education in AY2021

2021 年度の学界等への貢献 Contribution to academic societies in AY2021

2021 年度の社会的貢献 Social contribution in AY2021

京都大学白眉プロジェクト

**2021 年度活動報告書**

2022 年 6 月

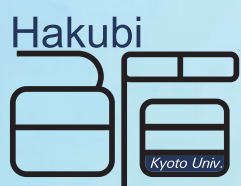
編集・発行：京都大学白眉センター

TEL：075-753-5315 FAX：075-753-5310

E メール：hakubi@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

<https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/>

印刷：株式会社 北斗プリント社



# 京都大学 白眉センター

Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University

